

# HOLMBERGIA

revista  
del centro  
de estudiantes  
de ciencias naturales

TOMO VI

NOVIEMBRE DE 1961

NÚMERO 17

## S U M A R I O

EDITORIAL .....	1
RAÚL A. RINCUELET, Florentino Ameghino (1854-1911) .....	3
NEWTON FREIRE-MAIA, Efectos genéticos producidos por las explosiones atómicas .....	7
JOSÉ M. CEI, Métodos no morfológicos en la Taxonomía y Filogenia ...	11
JOSÉ BABINI, Las Ciencias Naturales en la época renacentista .....	25
FRANCISCO BERTINI, Valor crítico de los métodos fisicoquímicos utilizados en la Sistemática moderna .....	35
ALDO RENATO JULIO PAOLI, Consideraciones sobre Paleopatología .....	45
OSVALDO A. REIG, La paleontología de vertebrados en la Argentina. Retrospección y prospectiva .....	67
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS .....	129
NOTA DE REDACCIÓN, Número extraordinario de HOLMBERGIA .....	133

PERÚ 222

BUENOS AIRES

ARGENTINA

## CENTRO DE ESTUDIANTES DE CIENCIAS NATURALES

FEDERACIÓN UNIVERSITARIA DE BUENOS AIRES

### comisión directiva

Presidente .....	<i>Mario Cantú</i>
Vicepresidenta .....	<i>Felisa Bercowsky</i>
Secretario .....	<i>Roberto Castro</i>
Secretaria de Actas .....	<i>Lidia Mésterman</i>
Tesorera .....	<i>Irene Hüberman</i>
Vocales .....	<i>Inés Gómez</i>
	<i>Juan C. Mirré</i>
	<i>Raúl Gagliardi</i>

# HOLMBERGIA

revista  
del centro  
de estudiantes  
de ciencias naturales

PERU 222 - BUENOS AIRES - Argentina

TOMO VI - N° 17 - NOVIEMBRE DE 1961

## **dirección de Holmbergia**

Renata D. Wulff, Ricardo A. Romanelli, Cristina Busch, Lilian Boiry, Beatriz Dimant, Héctor L. Rosenman.

## **comisión asesora**

Dr. F. G. Bonorino, Ing. E. Favret, Lic. V. García, Dr. A. O. Herrera, Ing. N. J. Palleroni, Prof. O. A. Reig, Dr. R. A. Ringuelet, Dr. J. Wright.

## **editorial**

Nuestra Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Buenos Aires, agrupa tres escuelas: Ciencias Fisicomatemáticas, Ciencias Químicas, y Ciencias Naturales.

Esta última ha tenido en el pasado repercusión mundial. Actualmente, sólo Ciencias Matemáticas la tiene.

¿Cuál es la situación en nuestra Escuela, y cuáles las razones de que no tenga la importancia que debiera corresponderle?

Debemos diferenciar dos campos dentro de la Escuela de Ciencias Naturales: el de la Geología y el de la Biología (Biología, Botánica y Zoología).

En el primero de ellos, en lo que va de la reestructuración que se produjo a partir de 1956, ya se pueden apreciar resultados concretos. Cabe aún esperar algunas mejoras en la enseñanza; una mayor celeridad en la formación e integración de equipos de trabajos; una mayor atención económica por parte de los organismos directivos de la Facultad, para que su evolución no sea trabada, y el desarrollo de nuevos campos de trabajo, particularmente en el orden de la Geología aplicada (Hidrogeología, Geología del Subsuelo, Suelos, etc.).

La situación en el segundo campo es bastante diferente. El período de reestructuración, realizado a fondo en Geología, sólo aportó en su primera etapa escasos valores al campo de la Biología, y algunos de ellos se perdieron nuevamente. La

mediana general de muchos de los restantes; su enfoque estrecho y limitado de la ciencia, la investigación y la docencia, condujeron a dos resultados negativos: desorientación de los alumnos —aunada, como es lógico, a un desmedro de su preparación científica—, y desprestigio de las disciplinas naturalistas en el seno de los organismos directivos de la Facultad y en el país en general.

¿A quiénes incluimos en este grupo? A aquellos que durante cinco años de permanencia en la Facultad no han sabido, o no han querido, formar equipos de trabajo. A aquellos que siguieron dictando las materias con criterio estático, sin tener en cuenta los progresos científicos, realizando prácticas librescas y anacrónicas, sin plantear nuevos problemas, y eludiendo la discusión de los mismos. A aquellos que, encandilados con nuevas técnicas auxiliares, las tomaron como los únicos campos de desarrollo y trabajo, perdiendo por completo el enfoque biológico general que debe ser propio de todo biólogo. O a aquellos, por último, que sólo se dedicaron a trabajar y obstaculizar sistemáticamente todos los esfuerzos de quienes quisieron introducir en nuestras carreras el hábito y el impulso dinámico y renovador que reinaba en la Facultad.

Por otra parte, a los pocos que durante el lapso citado mantuvieron una línea de trabajo coherente, comenzaron a unirse recientemente nuevos investigadores, que, provistos de planes concretos de trabajo y docencia, dispuestos a promover una renovación total del ambiente estancado, en contacto directo con aquellos a los que está destinado fundamentalmente su esfuerzo —los alumnos—, comenzaron ya a desarrollar sus tareas con ímpetu, y nuclearon a su alrededor a los estudiantes avanzados y futuros investigadores.

Esto condujo, en primera instancia, a la elevación del nivel de los cursos, y al comienzo de la integración de los grupos de trabajo, con todas las consecuencias favorables que ello puede acarrear.

Estos grupos son aún pocos; pero constituyen la base para el futuro desarrollo y estructuración de la escuela biológica, si cuentan para ello con el apoyo de los estudiantes y de los organismos directivos de la Facultad.

Estos últimos deben deponer sus reservas actuales frente a las Ciencias Naturales, y aceptar que nuestras dificultades no son únicas, sino que también se tropieza con ellas en otros departamentos de la Facultad.



## *Florentino Ameghino (1854 - 1911)*

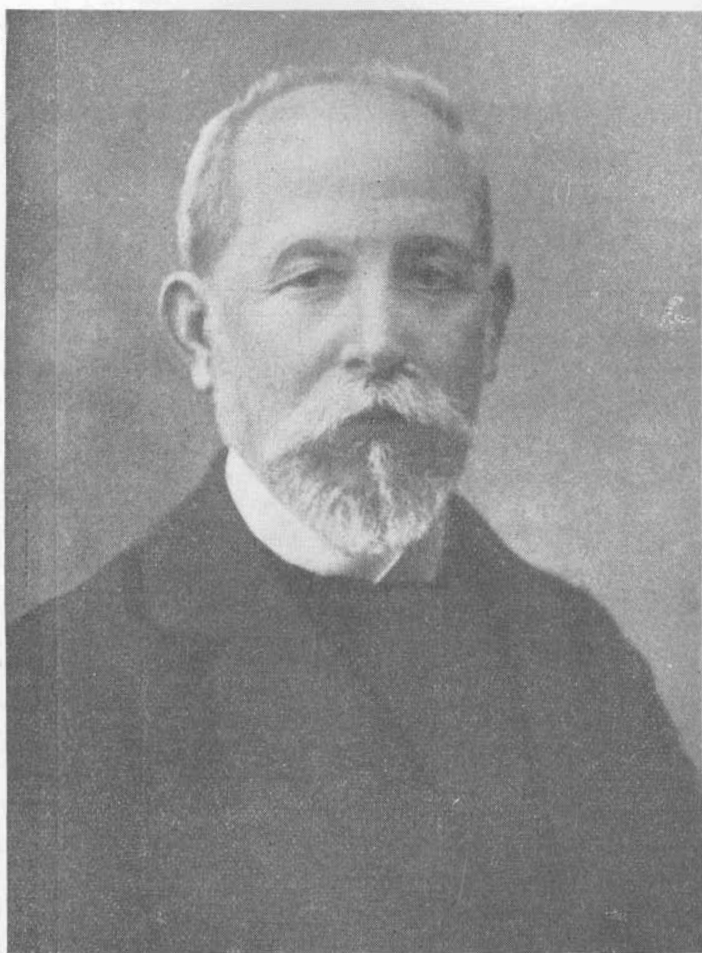
Por RAÚL A. RINGUELET \*

El más fiel e ilustre expositor de la obra de Florentino Ameghino ha sido José Ingenieros. Su libro, publicado en 1919, se titula: "*Las doctrinas de Ameghino. — La tierra, la vida y el hombre*". Exposición sistemática, con numerosos esquemas y grabados. Dedicada a los maestros de escuela. Tiene la ventaja de ser una exposición sin crítica, casi desprovista de juicios.

Salvo para un reducido núcleo, la obra de Ameghino sigue siendo desconocida, dada su índole; y más que todo, porque no está al alcance del común de las personas, descontando el conocimiento a través de comentaristas y referencias. Por esto mismo es que el libro de Ingenieros debería estar al alcance de todos, reeditándolo, o bien supliéndolo por otra exposición similar.

Dice Ingenieros allí: "Una circunstancia que puede ser nociva para su repetición nos induce a publicar este resumen sistemático de sus estudios, cuyo mérito principal será la brevedad, después de la exactitud. Ameghino fue mucho más que el autor de una hipótesis sobre el origen sudamericano del hombre; reveló a la ciencia faunas fósiles desconocidas, y fue uno de los más eminentes geólogos y paleontólogos de su tiempo. Conviene encauzar cierta admiración póstuma, prodigada con más entusiasmo que competencia. Los actuales apologistas de Ameghino —pues diez años antes de su muerte, aunque lo fundamental de su obra estaba ya publicado, no llegábamos a una docena— son injustos con sus doctrinas, y pueden resultarle peligrosos ante la posteridad. Injustos, porque anteponen sus hipótesis y descubrimientos antropogénicos a la enorme labor de geólogo y paleontólogo. Peligrosos, porque exaltan la parte más atrayente, pero menos segura, de sus doctrinas; repicando sobre lo

\* Profesor de Zoología de la Universidad Nacional de Buenos Aires, y Universidad Nacional de La Plata.



*Florentino Ameghino*

poco dudoso y expuesto a rectificación, exponen a que se olvide lo mucho seguro que constituye su gloria”.

Valga, si no, el caso de presuntos discípulos, que se han arrogado esa distinción, no obstante que Ameghino no tuvo verdaderos discípulos directos. Seudodiscípulos y exegetas que no lo han leído o comprendido; liberalotes que suelen desfigurarlos, cuando no hacen sus conclusiones o acciones ridículas o inaceptables, y que han sido más perjudiciales que los más enconados adversarios.

Ameghino, como dijera un elegante comentarista en el subtítulo de su libro, copiándolo a Ingenieros (op. cit., pág. 9), fue “Una vida al servicio de un ideal”. Es, pues, ejemplo y estímulo. Para un argentino actual, es o debiera ser un prócer del último tercio del siglo XIX, con la misma razón que Mariano Moreno y Belgrano lo son en el aspecto político-social a comienzos del mismo siglo; y su participación en el desarrollo de la ciencia y la cultura es comparable a la de los grandes precursores.

Así como los postulados de Moreno no están vigentes a ciento cincuenta años de distancia, Ameghino y lo que él representa es aún resistido por sectores tan escuetos como poderosos de la sociedad de esta parte del hemisferio, a mediados del siglo XX, en plena aurora de los viajes cósmicos.

En la Argentina de hoy, mezcla inefable de conocimientos al día; cuna y residencia de una “*Inteligentzia*” informadísima, erudita, elegante y blanda; de un estado pastoril-mercantil pendiente de largas cuentas; de una proclamada, pero no efectiva autonomía; de angustiosa distancia entre el ideal proclamado y la realidad permitida; Ameghino sigue siendo, a cincuenta años de su desaparición, un inquietante científico de audaces hipótesis contrarias al “orden establecido”. Lo cual, si es enteramente cierto, da la justa medida del conjunto.

Florentino Ameghino es un exponente de la ciencia y de la cultura de una sociedad como la de la Tercera República Francesa, en la cual la Verdad era la única meta declarada de la Ciencia —sustantivos peyorativos escritos con mayúscula siguiendo la tradición racionalista de la República Una e Indivisible del 89.— El pensamiento ameghiniano, como otros similares, lúcido y preciso, anticipado y vigoroso, estuvo en pugna con muchos prejuicios; y en sus estudios paleobiológicos llegó a conclusiones negadas persistentemente en los círculos áulicos partidarios del origen septentrional de toda la vida vertebrada.

Su audacia magistral, su sarcasmo, su condición no buscada de demolidor de seudo verdades impuestas y de constructor de nuevos hechos

que contravinieron y contravienen la ciencia admitida por dogma, le valió, además de algunos enconos personales, la conspiración del silencio dosificada y aplicada convenientemente, o la interpretación antojadiza y tergiversada. En otro campo, como lo ocurrido con la obra de José y Rafael Hernández, y con Alberdi en su tercera transfiguración.

El proceso de Hillsboro se repite bajo formas más sutiles, tanto en el país donde fue realizado como en otros, bajo sistemas políticos disímiles, en cualquier parte donde el pensamiento debe aherrojarse o empaquesarse en la marea mental, para adecuarse al molde político, social o religioso. Fenómeno que toma características organizadas y generales, en donde, como en la benemérita comarca cantada por Darío, el movimiento económico, político, social, intelectual y científico sigue un curso influenciado y forzado, desde la escuela, por el marco de intereses superiores.

## *Efectos genéticos producidos por las explosiones atómicas*

Por NEWTON FREIRE - MAIA \*

ABSTRACT. — The author analyzes the immediate and long-term effects of the increasing radiations due both to the nuclear bombs of the last World War and to the nuclear experiments. Undoubtedly they are the cause of genetic mutations. In the author's laboratory some experiences have been made, such as the comparison of the descendants physicians that work with radiations and others that do not, and the studies of places with high natural radiations. The article points out to the great danger for the future generations, which may be variously affected if radioactive radiations continue to increase.

La primera explosión atómica tuvo lugar el 16 de julio de 1945, en el desierto de Nuevo México, Estados Unidos. Ese día marca, por lo tanto, el comienzo de una nueva era en la historia de la humanidad. Tres semanas después, el 6 de agosto, el mundo trababa conocimiento con la nueva arma a través del lanzamiento de una bomba atómica sobre Hiroshima, Japón. Tenía un poder explosivo de 20 kilotonnes de TNT (es decir, 20.000 toneladas de trinitrotolueno). Ese poder destructivo, obtenido en base al Uranio 235, correspondía a 2.000 bombas del tipo más poderoso fabricado hasta entonces, y estaba encerrado en apenas 4 de los 200 kilos que pesaba. En una población de 400.000 personas, esa bomba mató cerca de 100.000, e hirió gravemente a 70.000.

Tres días después de la catástrofe de Hiroshima, otra bomba atómica, mucho más poderosa que la anterior y fabricada en base al Plutonio 239, explotó sobre Nagasaki. Sus efectos fueron, sin embargo, muy inferiores a los provocados en Hiroshima, debido a la especial topografía de la ciudad. Mató 30.000 personas e hirió gravemente a 25.000.

\* Laboratorio de Genética Humana, Facultad de Filosofía, Universidad de Paraná, Curitiba, Pr., Brasil.



Con los "progresos" realizados en los últimos años, fueron fabricadas bombas de un poder explosivo mucho mayor que la de Hiroshima. Estas nuevas bombas están dotadas de un equivalente superior a los 20 megatones (es decir, 20 millones de toneladas) de TNT.

Los efectos de las explosiones atómicas pueden ser directos o indirectos, inmediatos o retardados. La presión del aire, el calor y la radiación de alta energía que desarrollan, matan o hieren directamente. Los efectos indirectos se manifiestan mediante derrumbamientos e incendios. Los efectos inmediatos son: náuseas, vómitos, diarreas, fiebre, pérdida del cabello, hemorragias, ulceraciones..., muerte. Los efectos retardados incluyen leucemia, cáncer, anemia, cataratas y, probablemente, el acortamiento de la duración de la vida, por causas inespecíficas. La acción de las radiaciones durante la "gravidez puede causar abortos, y desencadenar la aparición de anormalidades, tales como microcefalia, leucemia, etcétera.

Los efectos de una explosión atómica no se limitan, sin embargo, sólo a los individuos afectados (efectos somáticos). Debido a la radiación liberada, pueden afectar también el patrimonio hereditario (efectos genéticos), provocando alteraciones denominadas mutaciones, capaces de transmitirse a las generaciones futuras, y afectar a los descendientes próximos y lejanos de aquellos que recibieron las radiaciones. Estas mutaciones son, generalmente, deletéreas, y tanto pueden provocar efectos notables (mutilaciones, anemias letales, desviaciones metabólicas graves, etc.), como efectos menores e imperceptibles con los métodos comunes de análisis. Su efecto desfavorable actuará, mientras tanto, aun en este caso, sobre la población humana, disminuyendo su resistencia a las infecciones, provocando la esterilidad, etcétera. De acuerdo con los datos generales de la Radiogenética, apenas una pequeña fracción de estas desviaciones se manifestará en la generación que nace inmediatamente después de la explosión. El análisis de los hijos de los sobrevivientes de las catástrofes de Hiroshima y Nagasaki, apenas reveló una pequeña parte de los efectos genéticos que las radiaciones atómicas, con seguridad, provocaron. La carga principal de esos efectos se manifestará en las generaciones siguientes, dispersándose a través de ellas durante los siglos venideros, haciendo, por lo tanto, imposible la demostración de su existencia.

Las radiaciones liberadas por las explosiones atómicas, asociadas a los elementos radiactivos que se forman en el momento (Estroncio 90, Cesio 137, etc.), se elevan hasta las capas superiores de la atmósfera, y pueden recorrer enormes distancias, para caer en los más lejanos puntos

del planeta. Este fenómeno es conocido con el nombre de "fall-out" (precipitación radiactiva o "lluvia" de radiaciones).

Estamos sujetos continuamente a un cierto nivel de radiación, proveniente del espacio interestelar (rayos cósmicos) y de los elementos radiactivos existentes en la tierra, como el radio, uranio, torio, etcétera. La precipitación radiactiva viene así a elevar el nivel ya existente, aumentando de este modo la probabilidad de que ocurran tanto efectos somáticos (leucemia, cáncer, etc.) como genéticos (mutaciones).

Siempre que explota una bomba atómica, aumenta un poco el nivel de las radiaciones en todo el mundo. Se discute aún si ese "poco" puede provocar efectos somáticos; pero nadie duda de que puede desencadenar efectos genéticos. Como éstos no son más que las mutaciones antes citadas, es de esperar que las explosiones —incluso las experimentales— de bombas atómicas, provoquen un crecimiento de las anomalías hereditarias, y en el índice de mortalidad en las poblaciones de todo el mundo. En la actualidad tropezamos, sin embargo, con dificultades insalvables, cuando queremos efectuar el cálculo del número de defectuosos que pueden nacer, tanto en ésta como en las generaciones siguientes, a consecuencia de la precipitación radiactiva producida por las pruebas atómicas. Es que, desgraciadamente, nos faltan muchos de los conocimientos básicos imprescindibles para que de esos cálculos se obtengan cifras realmente dignas de confianza. Los resultados que la prensa no científica viene divulgando durante los últimos años —muy pesimistas, unos, y excesivamente optimistas, los otros—, carecen de base segura, y por ello, deben ser tomados con mucha precaución. Pues, dando al lego una falsa impresión de exactitud matemática, expresan en realidad sólo algunas posibilidades muy vagas. Por esta razón, es urgente que nosotros, los geneticistas, obtengamos con cierta urgencia una serie de informaciones capaces de darnos la base sobre la cual asentar esos cálculos.

En el laboratorio de Genética Humana de la Facultad de Filosofía de la Universidad de Paraná, Brasil, estamos empeñados, actualmente, en una serie de investigaciones que pueden conducirnos a resultados que, unidos a los procedentes de otros laboratorios, podrán dar mayor solidez a aquellos fundamentos.

Una de esas investigaciones, realizada en colaboración con los profesores A. Freire-Maia y A. Quelce-Salgado, de nuestro laboratorio, trata de comparar la descendencia de los médicos que trabajan con radiaciones (radiólogos, fisiólogos, ortopédicos, etc.) con la de médicos cuya actividad profesional no se encuentra relacionada con ellas (clínicos, pedia-

tras, etc.). Los datos obtenidos hasta ahora, referentes a cerca de 2.500 gestaciones, revelan un exceso, estadísticamente significativo, de "anormalidades" (abortos, nonatos, partos prematuros, mortalidad en el primer mes de vida, e incidencia de anomalías en general) en la descendencia de los médicos que trabajan con radiaciones, cuando se la compara con el grupo testigo.

Otra investigación se refiere al conocimiento de la carga "normal" de mutaciones deletéreas en la población brasileña. En 1959 se realizó el análisis de varias comunidades rurales del Estado de Minas Gerais, y en la actualidad se investigan poblaciones urbanas del Estado de Paraná. Estamos utilizando el "método semi-directo" (que compara la descendencia de parejas consanguíneas con la de parejas que no lo son), y trabajando con varios grupos étnicos. Los datos obtenidos en Minas Gerais (en vías de publicación), sugieren que blancos y negros difieren en el número medio de equivalentes letales por persona.

Una tercera investigación —directamente ligada a nuestro tema— se iniciará en los próximos meses, bajo la dirección de uno de los miembros de nuestro equipo (A. Freire-Maia). Se trata del análisis de las poblaciones que viven en cierta región del litoral brasileño, caracterizada por el elevado nivel de radiación natural.

A pesar de la inseguridad de los datos actuales sobre la sensibilidad de los genes humanos a la acción mutagénica de las radiaciones, tuvimos oportunidad de realizar, en 1957, algunos cálculos acerca de los posibles efectos deletéreos de orden genético que las explosiones atómicas, hasta entonces realizadas, podían desencadenar en la especie humana. Como no deseamos aumentar la confusión, en ese campo ya un tanto confuso, preferimos apenas adelantar que, como consecuencia del "fall-out", y con la condición de que las pruebas atómicas hasta entonces realizadas prosiguiesen con la misma intensidad media que han tenido en los últimos años, es posible la ocurrencia, en ésta y en las próximas generaciones, de un exceso equivalente a algunas decenas o incluso algunas centenas de miles de defectuosos por causas genéticas, en la población del mundo. Esto representará un aumento en la carga de sufrimiento de toda la humanidad.

## *Métodos no morfológicos en la Taxonomía y Filogenia*

Por JOSÉ M. CEI \*

ABSTRACT. — It is considered here how serology can be used for the determination of the macrosystematic and macroevolution of the major groups, and examples are given of those results which are coincident with the embryological and anatomical ones. It is also summarized here its application in microsystematic and the need of development of methods for the individualization of proteins in their biosystematic behaviour. Of these, it is summoned the most tiresome direct qualiquantitative method and with some more detail the immunological and physicochemical methods (electrophoretic and chromatographic); among them it is remarked the impulse given by the "Photronreflectometer" of Libby and the "Serum Agar Measuring Integrator" of Glenn for the measurements of the immunological reactions. Mention is made of the great specificity of seroproteins, to which the application of electrophoretic methods permits intraspecific determinations, culminating with the essay of an electrophoretic systematic key. Finally the author remarks that the great precision and specificity of chromatographic methods has enabled achieving the separation of proteinic aminoacids with the isolation of a sexual peptid characteristic of the *Drosophila melanogaster* males.

Todos los seres vivientes se han reconocido y clasificado desde la antigüedad por su forma o estructura, desde el aspecto general, hasta los órganos y tejidos que los integran, cuyo cotejo y análisis crítico lleva a las conclusiones sintéticas de la Anatomía Comparada.

En la realidad, un organismo es un proceso continuo cuatridimensional, y la materia viviente que lo compone, resulta sometida a una serie sucesiva e ininterrumpida de transformaciones desde el comienzo hasta el fin de toda existencia individual. Así, lo que llamamos descriptivamente estructura de un organismo corresponde en alguna manera a una **sec-**

\* Director del Instituto de Biología de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Cuyo.

**ción** en el **espaciotiempo** de su realidad biológica, que nos  **fija** como en una foto, pero en las tres dimensiones espaciales dominadas por nuestra observación, una de sus fases dinámicas particularmente significativa. Esto es tan verdadero, que para una efectiva confrontación sistemática de formas afines o de probable descendencia común en el curso de su evolución o filogenia, son indispensables los datos comparativos del desarrollo embrionario y de todos los estadios que lo siguen, hasta el adulto.

La morfología, afinando sus medios técnicos de examen, ha ido alcanzando niveles siempre más profundos de la organización íntima de cada ser. Si la lupa aclara la exacta posición de un órgano, el microscopio revela las células que lo componen; pero la microscopía electrónica ya pasa al nivel de las macromoléculas, armazón substancial de toda arquitectura celular. A un nivel apenas inferior llegamos a las "unidades" fundamentales de la materia viviente, las moléculas proteicas, cuya constitución y cuyas propiedades estructurales químicas son la base de la organización morfológica, y se consideran características en todos los grupos identificados de los seres vivos, o taxones. En última instancia, las diferencias morfológicas que permiten reconocer y clasificar los organismos, derivan de su naturaleza química y de las propiedades funcionales de las moléculas y supermoléculas que los integran, cuya constancia y peculiaridad en las distintas especies son controladas por genes. El mecanismo cromosómico de inducción hereditaria acondiciona su formación, interacción y ciclo bioquímico.

Nos damos fácilmente cuenta de que en su esfuerzo por alcanzar los límites máximos de resolución, el mismo estudio de la forma lleva al encuentro de los factores intrínsecos elementales, de la especificidad, las moléculas proteínicas; pero su delicada y compleja textura, y su equilibrio dinámico, que son la esencia misma de la vida desde su origen (RAPOPORT, 1959), no permiten la aplicación de los criterios estáticos o descriptivos de la observación y comparación clásica. Surge, pues, la necesidad de utilizar métodos que por vías indirectas, no morfológicas, puedan captar la realidad biológica de los constituyentes moleculares específicos, aprovechándolos como dato objetivo y como elemento crítico en la discusión de las relaciones filéticas y de jerarquía entre taxones.

En obras como las de BALDWIN (1937) y de FLORKIN (1944) ha sido planteada de manera amplia y elegante la necesidad de considerar en la sistemática, al lado de los caracteres clásicos, anatómicos y embriológicos, también los caracteres químicos, que están de acuerdo con la fisiología y ecología de los taxones, y presentan a veces evidentes cadenas evolutivas, en armonía con las categorías zoológicas. FLORKIN cita, entre



varios ejemplos, la **recapitulación** de la excreción nitrogenada en las Aves, **uricotélica** en los adultos; pero, durante la vida embrionaria, sucesivamente **amoniotélica**, como en los Invertebrados marinos, y **ureotélica**, como en los anfibios. También discute la aplicación de ciertas leyes generales de la evolución, como la de irreversibilidad, o de DOLLO-DÉPERET, a la ortogénesis de los sistemas bioquímicos en taxones de grado elevado: por ejemplo, la presencia de los **fosfágenos** que actúan en la fosforilación del glucógeno en Invertebrados y Vertebrados. Si los Invertebrados en general poseen **fosfoarginina**, y los Vertebrados, **fosfocreatina**; entre los Equinodermos aparecen ambos **fosfágenos** en los *Echinoidea*, y la **fosfocreatina** en los *Ophiuroidea*; mientras que en los Procordados, los Tunicados conservan la **fosfoarginina**, pero los Hemicordados poseen ambos **fosfágenos**, y los Cefalocordados (Acraniados), sólo la **fosfocreatina**. En las larvas de los *Echinoidea*, como recapitulación ontogénica, la arginina precede la formación de la creatina. Según este esquema bioquímico, y según la ley de Dollo, se puede aceptar una filiación de Hemicordados, Cefalocordados o Vertebrados de los Equinodermos; pero no una hipotética filiación de los Tunicados de los Hemicordados o Cefalocordados. Más difícil resultaría negar con este argumento, decididamente, otras discutidas hipótesis filéticas, como la antigua y combatida idea de la descendencia de los Cordados de los Anélidos (GAVRILOV, 1959).

En esos casos —según observa oportunamente el autor—, la evolución irreversible de un sistema bioquímico, a pesar de no aportar un propio elemento de juicio decisivo a problemas de filogenia, es útil para refrendar o no la posición de otras teorías fundamentadas por la Embriología y Anatomía.

Es notable el esbozo de clasificación bioquímica dado por FLORKIN para varios taxones: Vertebrados, Tunicados, Ciclostomos, Elasmobranquios, Sipuncúlidos e Insectos. La presencia de **hemeritrina** en los hematíes del líquido celómico de *Sipunculus* o *Phascolosoma*, las peculiaridades de los esteroides de la bilis de los Elasmobranquios (escymnones), las características de la hemoglobina (eritrocruorina) o las propiedades fisicoquímicas de las seroproteínas de los Ciclostomos, son indicados como caracteres de jerarquía y significado no inferior a los ofrecidos por el estudio comparativo del esqueleto o de los órganos internos.

Si la Bioquímica Comparada, a grandes rasgos, puede servir de auxilio en la Macrosistemática y en la Macroevolución, en taxones de categoría inferior, desde hace mucho tiempo la atención fue más bien polarizada por las moléculas proteínicas, que definimos como altamente es-

pecíficas por su composición y estructura. Para individualizarlas en su significado biosistemático se han intentado distintos métodos.

El método directo, cualicuantitativo, por análisis comparativo de las proteínas purificadas, en función de los aminoácidos que las integran y de su posición en la molécula, resulta sin duda un proceso sumamente arduo y laborioso, y muy pocas proteínas han sido actualmente estudiadas para pensar en aplicaciones prácticas. Recordaremos, por analogía, los esfuerzos que se realizan actualmente para establecer la periodicidad de la composición de otras sustancias también altamente específicas y de gran importancia para la herencia, los ADN, o **ácidos desoxirribonucleicos**, estructuralmente ya bastante conocidos. Ulteriores adelantos en el estudio de la secuencia de los **nucleótidos** en la larga espiral del ADN podrían, en efecto, significar un paso definitivo hacia la resolución de lo que los investigadores interesados llaman **código** o **clave** de la transmisión genética de estas sustancias fundamentales para la determinación o inducción química de los caracteres específicos (KORNBERG, 1960).

Otros métodos se han ido desarrollando, igualmente dirigidos a las proteínas más características, a la vez para evidenciar su comportamiento fisicoquímico peculiar, y su intervención como sustrato en las reacciones biológicas específicas. Los resultados conseguidos, que brevemente recordaremos, subrayaron el interés creciente de estas técnicas, por las consideraciones siguientes: Las proteínas específicas son las estructuras moleculares íntimas que permanecen prácticamente inalteradas, a pesar de todas las transformaciones morfológicas experimentadas durante la existencia de un organismo. Por otra parte, han sufrido en el tiempo, tanto como los caracteres morfológicos, procesos evolutivos en sus moléculas, cuyas trazas filogenéticas pueden comparativamente revelarse en sus distintas normas de reacción.

El significado sistemático de las proteínas ha sido estudiado principalmente con métodos inmunológicos, y con métodos fisicoquímicos, como la electroforesis y la cromatografía.

KRAUS (1897) fue el primero que descubrió que una sustancia específica, o antígeno, podía provocar en un suero de otra especie una reacción peculiar (reacción inmunitaria), con formación de otras sustancias (anticuerpos, antisuero) capaces de neutralizarla; por ejemplo, con una reacción de precipitación. Se pensó en un primer momento (KRAUS; ESCHISTOVICH, 1899) que esta reacción era "exclusiva" para cada especie; pero pronto BORDET (1899) comprobaba que un suero **antigallo** producido en el conejo reaccionaba intensamente con el suero de gallo (reacción homóloga), pero también, **aunque débilmente**, con el

suero de paloma (reacción heteróloga). Este importante dato fue luego exhaustivamente confirmado por NUTTALL y colaboradores, desde 1901, reconociéndose que la intensidad relativa de las reacciones de precipitación era directamente paralela a la posición o "distancia" sistemática entre las especies de las cuales procedían los antígenos. A pesar del enorme trabajo de NUTTALL (más de 16.000 ensayos, sobre 500 especies), en una primera fase los resultados zoológicos no alcanzaron una sensibilidad muy elevada, a raíz de las técnicas empleadas durante varios años, como las reacciones de floculación y de zona, fundadas sobre la mezcla de una

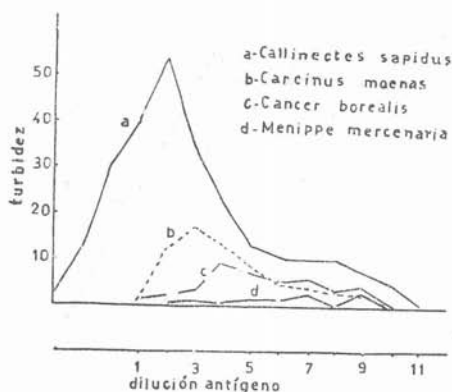


Figura 1

Curvas de la reacción de precipitación entre suero anti-*Callinectes sapidus* con diluciones distintas de antígenos (sueros) de *Callinectes sapidus* y otros Crustáceos. La turbidez se expresa en unidades del Photronreflectometer; la dilución 1 corresponde a una parte de hemocianina en 500 partes de "buffer", cada dilución sucesiva correspondiendo a una concentración mitad de la anterior. (Esquemático según ALAN BOYDEN, 1943.)

cantidad constante de antisuero con antígeno progresivamente diluido, hasta conseguir una "titulación" correspondiente a la más alta dilución de antígeno todavía capaz de provocar precipitados. Las investigaciones se multiplicaron sucesivamente, y los métodos se fueron perfeccionando, especialmente por las investigaciones de KOLMER, WELLS, WU, FUJIWARA, ULHENHUTH, LANDSTEINER, LEVINE, FORSTER, HEIDELBERGER y muchos otros. Además de las seroproteínas, se experimentó con seguridad el valor altamente específico, en los Vertebrados, de las proteínas musculares, del fibrinógeno, de las hemoglobinas, de las proteínas del huevo y de la leche; en los Invertebrados, de las hemocianinas.

En una revista sintética ya ERHARDT (1929) exponía las contribuciones de la Serología a la Sistemática zoológica; y las relaciones filéticas entre mamíferos a través de las precipitinas encontraban satisfactoria expresión en los esquemas tridimensionales de BOYDEN (1926; 1932). La reacción de zona se demostraba útil para aclarar la incierta posición de los Urodelos Perennibranchios *Siren* y de *Necturus*, que resultaban alejados de *Cryptobranchus*, y se consideraban entonces formas más bien especializadas que primitivas (BOYDEN y NOBLE, 1933).

Un impulso especial a la Sistemática inmunológica fue dado desde 1938, con la aparición del "Photronreflectometer", realizado por LIBBY,

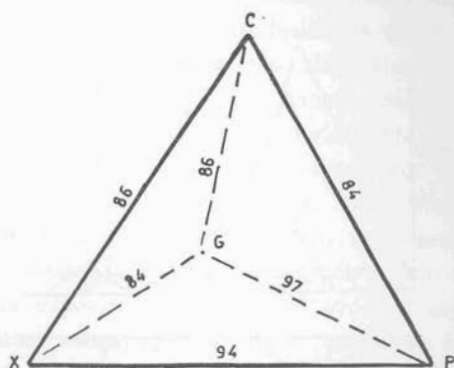


Figura 2

Esquema tridimensional, visto en proyección, de las distancias serológicas (proporcionales a los números) entre algunas familias de Crustáceos: P, *Portunidae* (*Callinectes*, *Carcinus*); X, *Xanthidae* (*Menippe*); C, *Cancridae* (*Cancer*); G, *Goneplacidae* (*Geryon*). (Según ALAN BOYDEN, 1943.)

y gracias a la actividad del grupo de investigadores encabezados por ALAN BOYDEN, y coordinados por el Serological Museum of New Brunswick, donde se han juntado actualmente miles de muestras de sueros y proteínas de las más diversas especies, y se ha fabricado un elevado número de antisueros.

El "Photronreflectometer" es un aparato muy sensible, que proporciona lecturas galvanométricas, por intermedio de células fotoeléctricas, proporcionales al contenido relativo de precipitado en suspensión, en la reacción **antígeno-antisuero**. Opera por reflexión de la luz por las partículas en suspensión; pero puede usarse también por transmisión de la luz, es decir, como turbidímetro. Empleando diluciones progresivas del antígeno, se obtienen curvas muy exactas, en función del valor de la turbidez (o intensidad de la reacción) y del título del antígeno empleado. Estas

curvas, como aparece en la figura 1, están en relación con la posición taxonómica, o mejor dicho el "parentesco" de las especies u otros taxones comparados. Una expresión cuantitativa de la afinidad recíproca puede ser dada por la relación porcentual entre las áreas correspondientes a dichas curvas (fig. 2).

Toda una serie de interesantes investigaciones —la mayoría, utilizando el "Photronreflectometer" de LIBBY—, da la pauta de la utilidad e interés de las técnicas inmunológicas para abordar los numerosos problemas que atañen todavía a la posición de un gran número de taxones en cada clase, orden y familia de animales, así como desde 1945 ha ido señalando SIMPSON en los mamíferos, y como, por ejemplo, se desprende por trabajos recientes en otros grupos, como los batracios (REIG, 1958). BOYDEN y GEMEROY (1950) establecieron que los Cetáceos presentan mayor afinidad con los Artiodáctilos que con cualquier otro orden existente de Mamíferos; también se demostró que los representantes del antiguo orden *Edentata*, separados por SIMPSON (1945), justifican serológicamente su aislamiento en órdenes distintos, *Pholidota* (*Manis*), *Tubulidentata* (*Orycteropus*), *Edentata* (*Dasypus*), siendo entre ellos más afines *Pholidota* y *Tubulidentata*; relaciones sistemáticas en las Aves fueron aclaradas por DE FALCO (1942); en los Peces, por GEMEROY (1943) y RECHNITZER (1955); en Crustáceos e Insectos, por BOYDEN (1943), CUMLEY (1940) y LEONE (1947-1950); en los Moluscos y otros grupos, por WILHELMI (1944), etcétera. El mismo significado práctico de estas observaciones puede subrayarse por los datos referidos por DE FALCO (1952). Estando en discusión el verdadero reservorio malarígeno de la infestación del vector *Anopheles concolor* en el Congo, los restos de sangre del estómago de 362 mosquitos dieron reacciones exclusivamente con el antisuero para el antílope "Oribi", permitiendo establecer la real forma silvestre preferentemente atacada por el mosquito, y reservorio natural del hematozoario. Otro dato llamativo es el referido por BOYDEN (1942). Proteínas extraídas de Mamut congelados por milenios de las tundras de Siberia, dieron evidente reacción con el suero anti-elefante índico, no con *Loxodonta africana*, revelando por vía inmunológica la afinidad de la forma especializada fósil. Aparecen, en fin, muy notables los resultados de WILHELMI (1942), quien encuentra que los Cordados se acercan más serológicamente a los Equinodermos que a todo otro phylum. Es sorprendente la analogía con lo que anteriormente recordamos con respecto a la evolución bioquímica de los fosfágenos en estos animales. No es posible extenderse más sobre la abundante literatura serológica de los últimos años, desde la revisión de LANDSTEINER (1947). Quiero sólo men-



cionar la aplicación de estos métodos por TYLER (1955) a los problemas de la ontogénesis; las importantes contribuciones, aun genéticas, de IRWIN, CUMLEY, COLE y otros sobre las características antigénicas de los eritrocitos de *Columbidae* (1947-1952); los trabajos con análogo enfoque de MAINARDI en las Aves de Europa (1957-1959), y hasta la utilización de las técnicas anafilácticas para descubrir antígenos específicos, desde los primeros ensayos de SERENI en los Gádidos (1931) a los "tests" propuestos por CAMPBELL y McCASLAND (1944). El progreso de los medios de medición y experimentales se destaca por su adelanto. OUDIN (1952-1955) ha perfeccionado el procedimiento en columna de agar, que permite la difusión progresiva y fraccionada de los antígenos y la separación selectiva de las zonas de mayor densidad de precipitados, de acuerdo con la distinta concentración de los anticuerpos. Esta técnica ha encontrado luego la más cuidadosa expresión analítica a través de las medidas fotométricas del Serum Agar Measuring Integrator (SAMI) de GLENN (1956-1957), dotado de registro automático, que traza directa y sincrónicamente las curvas correspondientes a la mayor o menor densidad óptica de las zonas de precipitados examinadas en la columna de agar. Por su sencillez y exactitud, es muy utilizado actualmente el método en placas de agar de Ouchterlony: la lenta difusión de los antígenos y antisueros, ubicados a regulares intervalos en la placa de gel, provoca, según sus características específicas, líneas más o menos intensas de precipitación, cuyo número e intensidad son elementos comparativos de juicio para apreciar grados distintos de afinidad serológica entre taxones.

Nos referimos ahora a otros procedimientos, no inmunológicos, destinados a otros aspectos de la especificidad proteínica. REICHERT y BROWN (1909) establecieron, por ejemplo, que las hemoglobinas de animales distintos cristalizan con formas y ángulos peculiares, cuyas diferencias aumentan paralelamente a la distancia zoológica entre las especies ensayadas. Diferencias sistemáticas resaltaron hasta en el estudio espectrofotométrico, en las determinaciones de solubilidad y en la evaluación del peso molecular (ultracentrifugación) de hemoglobinas y hemocianinas. Desde la conversión de la electroforesis en método analítico, realizada desde 1925 por TISELIUS, y especialmente después del empleo e incremento de la electroforesis sobre papel (LEDERER, 1957: cf.), se han multiplicado los trabajos que se sirven de tales dispositivos, con ciertos volajes y en ambientes estabilizados ("buffers") de cierta fuerza iónica, para separar por carga eléctrica y movilidad las fracciones proteínicas que forman parte de sistemas altamente específicos, como los del suero, hemoglobinas, hemolinfas, etc.

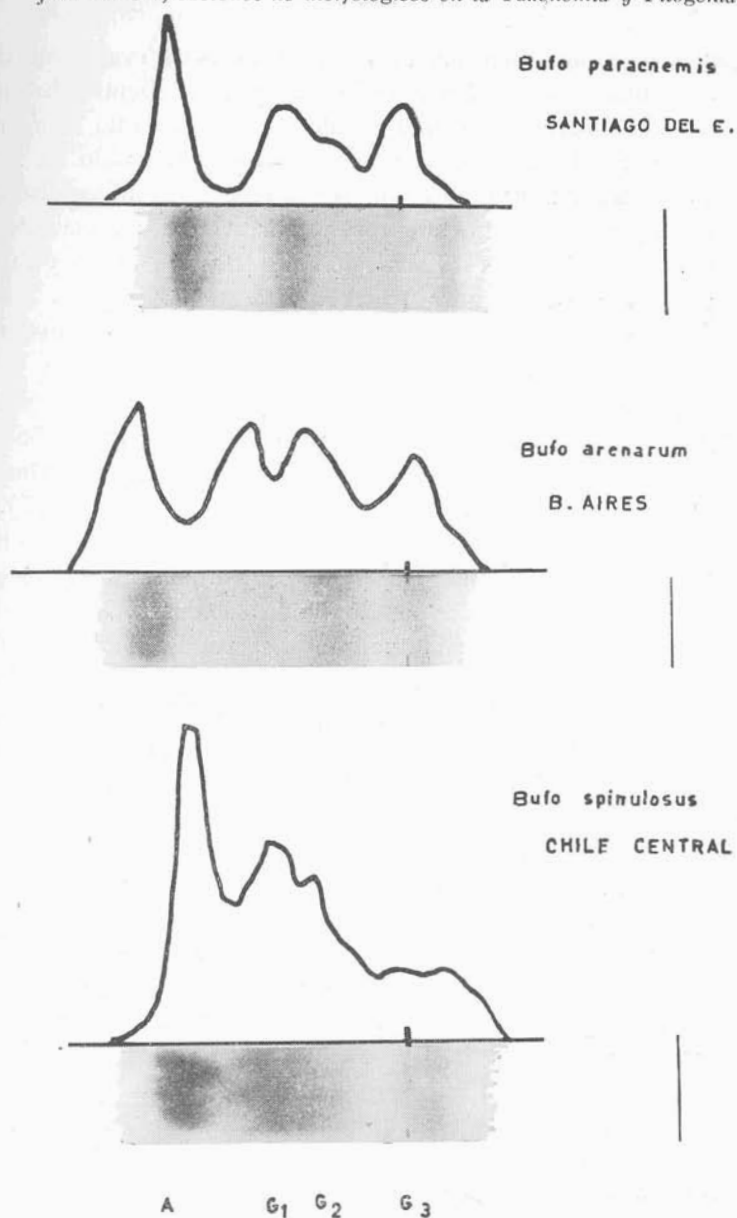


Figura 3

Diferencias electroforéticas en las seroproteínas de algunas especies sudamericanas de *Bufo*: la fracción de mayor movilidad (A) es referible a las albúminas; las otras (G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub>), a las globulinas. ("Buffer" 8.6, V.650, 6 horas de corrimiento, papel Whatman 3MM.) (Según BERTINI y CEI, 1959.)

Dejamos para otra discusión los límites críticos de evaluación de los resultados obtenidos con estos medios fisicoquímicos. Dentro de sus posibilidades, se han revelado auxiliares valiosos en el estudio comparativo de los sistemas fundamentales macromoleculares, sobre todo en la confrontación de taxones muy afines (fig. 3), a veces sólo diferenciados por factores fisiológicos o todavía en proceso dinámico de especiación. Se han estudiado detenidamente las hemoglobinas (Peces: BUHLER y SHANKS, 1959; Mamíferos y Aves: SAHA, DUTTA y GOOSH, 1957), y las seroproteínas de Mamíferos (DEUTSCH y GOODLOE, 1945; GANZIN, MACHEBOEUF y REBEIROTTE, 1952, etc.), Aves (CLEGG, 1951; COMMON, MCKINLEY y MAN, 1953; WALL y SCHLUMBERGER, 1957), Reptiles (DEUTSCH y McSHAN, 1949; GLEASON y FRIEDBERG, 1953; COHEN, 1954; COHEN y STICKLER, 1958), Anfibios (LANZA y ANTONINI, 1955; BERTINI y CEI, 1959), Peces (DRILHON, 1953) y Elasmobranquios (IRISAWA, 1954; STARR y FOSBERG, 1957). La tentativa de una verdadera clave sistemática electroforética ha sido hecha por DESSAUER y FOX (1956) para los Reptiles y Anfibios. Trabajos generales de notable importancia son los de WOODS, PAULSEN, ENGLE y PERT (1958), por electroforesis en gel, analizando sueros de numerosos Crustáceos, Moluscos y Xifosuros, y los de VAN SANDE y KARCHER (1960), cuyos ferogramas permiten identificar significativas diferencias en las hemolinfas de Triatómidos, Ixódidos y Argásidos, grupos de gran interés parasitológico. Las posibilidades selectivas o críticas de la electroforesis aparecen en fin subrayadas por observaciones de ZWEIG y CRENSHAW (1957), y CEI y BERTINI (1959), respectivamente en seroproteínas de tortugas del género *Pseudemys* y en ranas sudamericanas del género *Leptodactylus*. Los ferogramas permiten en estos casos reconocer especies cuyas diferencias residen en gran mayoría en el ciclo biológico u hormonal (*Leptodactylus ocellatus*, *Leptodactylus chaquensis*) o formas cuya posición taxonómica no supera el rango subespecífico (*Pseudemys floridana floridana*, *Pseudemys floridana suwanniensis*).

También la cromatografía en columna —frecuentemente usada en recientes estudios en hemoglobinas, y unidimensional en papel— puede brindar a los taxónomos nuevas y amplias gamas de posibilidades, como pusieron primeramente en evidencia BUZZATI-TRAVERSO y RECHNITZER (1953), RASMUSSEN (1954) y FOX (1956), en la familia Drosophilidae, tan familiar a los genetistas. La ventaja del método, efectuado con sustancias específicas y frescas, en oportunas condiciones físicas y químicas (cámaras saturadas con líquidos adecuados, secado, revelado con ninhidrina u otros compuestos), consiste en la separación de grupos peptídicos y hasta de los aminoácidos, cuya absorción y corrimiento en las

hojas de papel (ascendente, descendente) da lugar a cromatogramas bien característicos, que si son reproducibles y constantes, representan un "test" de comparación individual y taxonómica de indudable valor. Fox ha alcanzado a revelar, sin embargo, con cromatografía bidimensional en los tejidos de *Drosophila melanogaster*, 21 "manchas" de aminoácidos o grupos de aminoácidos característicos en esta especie; pero también un grupo peptídico más, presente exclusivamente en los cromatogramas del insecto macho, y por ende con significado de **péptido sexual**. Este ejemplo es suficiente para confirmar una vez más el grado de sensibilidad logrado por algunos métodos no morfológicos, y su presente interés para la taxonomía y filogenia.

## BIBLIOGRAFÍA

- BALDWIN, E., 1937. *An introduction to comparative biochemistry*. Cambridge Univ. Press, London (3ª ed., 1948).
- BERTINI, F., y J. M. CEI, 1959. "Electroferogramas de proteínas séricas en el género Bufo". Acta I Congr. Sudam. Zool., La Plata, 1959.
- BORDET, J., 1899. Ann. Inst. Pasteur, 9, 462.
- BOYDEN, A. A., 1926. "The precipitin reaction in the study of animal relationships." *Biol. Bull.*, 50, 73-107.
- 1932. "Precipitin tests as a basis for a quantitative phylogeny." *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 29, 955-957.
- 1934. "Precipitins and phylogeny in animals." *Am. Nat.*, 68, 516-536.
- 1942. "Systematic Serology: a critical appreciation." *Physiol. Zool.*, 15, 109-145.
- 1943. "Serology and animal Systematics." *Am. Nat.*, 77, 234-255.
- BOYDEN, A. A., y D. G. GEMEROY, 1950. "The relative position of the Cetacea among the orders of Mammalia as indicated by precipitin tests." *Zoologic.*, 35, 145-151.
- BOYDEN, A. A., y G. K. NOBLE, 1933. "The relationships of some common Amphibia as determined by serological study." *Am. Mus. Novit.*, 606, 1-24.
- BUHLER, D., y W. E. SHANKS, 1959. "Multiple hemoglobins in Fishes." *Science*, 129, 3353, 899-900.
- BUZZATI-TRAVERSO, A. A., y A. B. RECHNITZER, 1953. "Paper Partition Chromatography in Taxonomic Studies." *Science*, 117, 58.
- CAMPBELL, D. H., y G. E. McCASLAND, 1944. "In vitro anaphylactic response to polyhaptenic and monohaptenic simple antigens." *J. Immunol.*, 49, 315.
- CEI, J. M., y F. BERTINI, 1959. "Diferencias entre *Leptodactylus ocellatus* y *Leptodactylus chaquensis* reveladas por vía electroforética en suero." Acta I Congr. Sudam. Zool., La Plata, 1959.
- CLEGG, R. E.; P. E. SANFORD, R. E. HEIM, A. C. ANDREWS, J. S. HUGHES y C. D. MUELLER, 1951. "Electrophoretic Composition of the Serum Proteins of normal and Diethyl - stilbestrol treated Cockerels." *Science*, 114, 437.
- COHEN, E., 1954. "A comparison of the total protein and albumin content of the blood sera of some Reptiles." *Science*, 119, 3081, 98-99.

- COHEN, E., y G. B. STICKLER, 1958. "Absence of albuminlike serum proteins in Turtles." *Science*, 127, 3311, 1392.
- COMMON, R. H.; W. P. MCKINLEY y W. A. MAN, 1953. "Filter paper electrophoresis of avian serum proteins." *Science*, 118, 3055, 86-89.
- CUMLEY, R. W., 1940. "Comparison of serologic and taxonomic relations of *Drosophila* species." *J. N. Y. Entomol. Soc.*, 48, 265.
- CUMLEY, R. W., y M. R. IRWIN, 1952. "An immunogenetic study of species-specific antigens in the serum of species of *Streptopelia*." *Genetics*, 37, 396.
- D'ANCONA, U., 1931. "Ricerche di Sereni per definire mediante l'anafilassi la posizione sistematica dei Gadidi." *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 11, 3, 417-425.
- DE FALCO, R. J., 1942. "A serological study of some avian relationships." *Biol. Bull.*, 83, 205-218.
- 1952. "Serological identification of Mosquito blood meals." *Proc. N. J. Mosquito Extermin. Assoc.*, 1952, 168-169.
- DESSAUER, H. C., y W. FOX, 1956. "Characteristic Electrophoretic Patterns of Plasma proteins of Orders of Amphibia and Reptilia." *Science*, 124, 3214, 225-226.
- DEUTSCH, H. F., y M. B. GOODLOE, 1945. "An electrophoretic survey of various animal plasma." *J. Biol. Chem.*, 161, 1-20.
- DEUTSCH, H. F., y W. H. MCSHAN, 1949. "Biophysical studies of blood plasma proteins, XII; Electrophoretic studies of the blood serum proteins of some lower animals." *J. Biol. Chem.*, 180, 219-234.
- DRILHON, A., 1953. "Étude de quelques diagrammes électrophorétique de plasmas de poissons." *Compt. Rend. Soc. Biol.*, 237, 1779-1781.
- ERHARDT, A., 1929. *Ergeben. u. Fortschr. d. Zool.*, 7, 279.
- FLORKIN, M., 1944. *L'évolution biochimique*. Paris, Masson & Cie.
- FOX, A. S., 1956. "Application of paper chromatography to taxonomic studies." *Science*, 123, 3187, 143-144.
- GANZIN, M., y M. MACHEBOEUF, 1952. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 34, 26.
- GANZIN, M.; M. MACHEBOEUF y P. RIBEIROTE, 1952. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 34, 26.
- GAVRILOV, K., 1959. "Nuevas ideas sobre la megaevolución." *Holmbergia*, 6, 14, 49-69.
- GEMEROY, D. G., 1943. "On the relationship of some common fishes as determined by the precipitin reaction." *Zoologic.*, 28, 109-123.
- GLEASON, T. L., y F. FRIEDBERG, 1953. "Filter paper electrophoresis of serum proteins from small animals." *Physiol. Zool.*, 26, 95-100.
- GLENN, W. G., 1956. "Serum Agar Measuring Aid (SAMA)." *School of Aviat. Medic. Report*, 56-83.
- 1957. "Direct Photometry of diffusing precipitin systems for characterizing proteins." *The Serolog. Mus.*, 18, 1-3.
- IRISAWA, H., y A. F. IRISAWA, 1954. "Blood serum protein of the marine Elasmobranchii." *Science*, 120, 849.
- IRWIN, M. R., 1947. "Immunogenetics." *Advanc. in Genetics*, 1, 133.
- KORNBERG, A., 1960. "Biological synthesis of Desoxyribonucleic Acid." *Science*, 131, 3412, 1503-1508.
- KRAUS, R., 1897. "Über spezifische Reaktionen in keimfreien Filtraten aus Cholera, Typhus und Pestbouillon culturen, erzeugt durch homologes Serum." *Wein. Klin. Wochenschr.*, 10, 736-738.



- LANDSTEINER, K., 1947. *The specificity of serological reactions*. Harvard Un. Press.
- LANZA, B., y F. M. ANTONINI, 1955. "Sulla possibilità di distinguere specie tra loro diverse per mezzo del protidogramma del siero; Studio su *Rana esculenta* L. y *R. dalmatina* Bnp." *Monit. Zool. Ital.*, 43, 4, 293-299.
- LEDERER, M., 1957. *An introduction to paper electrophoresis and related methods*. Elsevier Publ. Co.
- LEONE, C. A., 1947. "Systematics serology among certain insect species." *Biol. Bull.*, 93, 64-71.
- 1947. "A serological study of some Orthoptera." *Ann. Entom. Soc. Am.*, 40, 417.
- 1949. "Comparative serology of some brachyuran Crustacea, and studies in hemocyanin correspondence." *Biol. Bull.*, 97, 273-286.
- 1950. "Serological systematics of some panuliran and astacuran Crustacea." *Biol. Bull.*, 98, 122-127.
- 1950. "Serological relationships among common brachyuran Crustacea of Europe." *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 22, 273-282.
- LIBBY, R. L., 1938. "The photorefractometer, an instrument for the measurement of turbid systems." *J. Immunol.*, 34, 71-73.
- MAINARDI, D., 1957. "L'evoluzione nei Fringillidi. Concordanza fra una mappa sierologica e i dati dell'analisi elettroforetica delle emoglobine." *Rend. Inst. Lomb. Sc. Lett.*, B, 92, 180-186.
- 1958. "Immunology and chromatography in taxonomic studies on Gallinaceous Birds." *Nature*, 182, 1388-1389.
- 1958. "La filogenesi nei Fringillidi basata sui rapporti immunologici." *Rend. Inst. Lomb. Sc. Lett.*, B, 92, 336-356.
- 1959. "Un nuovo metodo di immunologia comparata a scopo sistematico basato sulla somministrazione degli antigeni comuni." *Rend. Inst. Lomb. Sc. Lett.*, B, 93, 91-96.
- NUTTALL, G. H. F., y E. M. DINKELSPIEL, 1901. "Experiments upon the new specific test for blood." *Brit. Med. J.*, 1, 1141.
- 1901. "The new biological test for blood in relation to zoological classification." *Proc. Roy. Soc. London*, 69, 150-153.
- NUTTALL, G. H. F., 1904. *Blood immunity and blood relationship*. Cambridge, The Univ. Press.
- ODIN, J., 1952. *Specific precipitation in gels and its application to immunochemical analysis; Methods in Medical Researches*, IV. New York, The Year Book Publish. Inc.
- 1955. "L'analyse immunochimique par la méthode des gels. Moyens et techniques d'identification des antigens." *Ann. de l'Inst. Pasteur*, 89, 531-555.
- RAPOPORT, E. H., 1959. "Problemas acerca del origen de la vida." *Holmbergia*, 6, 14, 3-18.
- RASMUSSEN, I. E., 1954. 1º *An. Meet. of the Ital. Genet. Ass.*, Rome, 27-3-54.
- RECHNITZER, A. B., 1955. "A serological approach to the systematics of the Viviparous Sea-Perches, Family Embiotocidae." *Doct. Thesis, Univ. of Calif., Scripps Inst. of Ocean. and Los Angeles Campus*.
- REICHERT, E. T., y A. P. Brown, 1909. *The crystallography of haemoglobin*. Publ. 116, Carnegie Inst., Washington.
- REIG, O. A., 1958. "Proposiciones para una nueva macrosistemática de los Anuros." *Physis*, 21, 60, 109-118.

- SAHA, A.; R. DUTTA y J. GHOSH, 1957. "Paper electrophoresis of Avian and Mammalian hemoglobina." *Science*, 125, 3245, 447-448.
- SERENI, E., 1928. "L'anafilassi da un punto di vista biologico." *Biol. Rev.*, 3, 93.
- SIMPSON, G. G., 1945. "The principles of classification and a classification of Mammals." *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 85, 1-350.
- STARR, TH., y W. FOSBERG, 1957. "Filter paper electrophoresis of serum protein from Sharks." *Copeia*, 1957, 4, 292-295.
- TSCHISTOVICH, TH., 1899. *Ann. Inst. Pasteur*, 13, 406.
- TYLER, A., 1955. "Ontogeny of immunological properties; Analysis of Development." Saunders Co.
- VAN SANDE, M., y D. KARCHER, 1960. "Species differentiation of Insects by haemolymph electrophoresis." *Science*, 131, 3407.
- WALL, R. L., y SCHLUMBERGER, 1957. "Electrophoresis of plasma proteins in the Parakeet (*Melopsittacus undulatus*)." *Science*, 125, 3255, 993-994.
- WILHELMI, R. W., 1942. "The application of the precipitin technique to theories concerning the origin of vertebrates." *Biol. Bull.*, 82, 179-189.
- 1944. "Serological relationships between the Mollusca and other Invertebrates." *Biol. Bull.*, 87, 86-105.
- WOODS, K. R.; E. PAULSEN, R. L. ENGLE y J. H. PERT, 1958. "Starch gel electrophoresis of some Invertebrate sera." *Science*, 127, 3297, 319-320.
- ZWEIG, G., y J. W. CRENSHAW, 1957. "Differentiation of species by paper electrophoresis of serum proteins of *Pseudemys* turtles." *Science*, 126, 3282, 1065-1067.

## *Las Ciencias Naturales de la época renacentista*

Por JOSÉ BABINI \*

El período renacentista, que abarca desde fines del siglo xv hasta comienzos del xvii, fue una época de transición para toda la ciencia, pero en especial para las ciencias naturales, entendidas éstas en el antiguo sentido de los "tres reinos": flora, fauna y gea.

Esa transición se produce a través de los efectos combinados de la influencia de las obras antiguas, de los aportes medievales y de factores esencialmente renacentistas.

La invención de la imprenta con tipos móviles había facilitado la difusión de los textos antiguos, de manera que a comienzos del siglo xvi estaban a disposición de los naturalistas y de los aficionados a las ciencias naturales, ya en incunables, ya en buenas ediciones de la época, las obras clásicas de la antigüedad: los escritos zoológicos de Aristóteles, los botánicos de Teofrasto, la *Materia médica* de Dioscórides, y la enciclopédica *Historia natural* de Plinio.

Por su parte, los tiempos medievales habían aportado el conocimiento de nuevas plantas útiles, que se habían cultivado en los jardines de los conventos; algunos diccionarios y recetarios árabes de plantas medicinales, y, en especial, los escritos zoológicos de Alberto el Grande (siglo xiii), de influencia aristotélica, con las primeras descripciones de varios animales y el rechazo de algunas supersticiones (no todas) que rodeaban a la fauna antigua, y un lapidario que, como la mayoría de los de la época medieval, se refiere más a las piedras preciosas y a sus pretendidas propiedades ocultas y fantásticas.

Mas, el impulso renacentista de las ciencias naturales se debió, principalmente, a dos factores locales: la labor de los artistas, y el conoci-

\* Profesor del Departamento de Matemáticas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Buenos Aires.

miento de nuevas tierras, hasta entonces desconocidas o semidesconocidas por los europeos. Mientras que este último hecho ampliaba el horizonte geográfico, otorgando al mundo un nuevo colorido y una nueva tónica, los artistas renacentistas contemplaban el mundo exterior con una visión más aguda, y trataban de reproducirlo fielmente, logrando en muchos casos (piénsese en un Leonardo, en un Durero, en un Botticelli) una observación tan cuidadosa como la de un naturalista. Fuera del campo de las ciencias naturales, esa labor de los artistas contribuyó al nacimiento de una nueva rama de la matemática: la perspectiva, y el desarrollo moderno de la anatomía humana; mientras que en el mundo de las ciencias naturales, ese afán de los artistas por ver el mundo "al natural", dio lugar a una importante novedad en el campo de la botánica: los primeros libros ilustrados con figuras de plantas tomadas del natural. Como en general el botánico no poseía las necesarias condiciones artísticas, buscó para ello la colaboración de uno o más artistas, que realizaron, bajo la dirección del naturalista, la tarea de dibujar las figuras, y grabar luego las planchas.

No fueron estos libros renacentistas los primeros libros de botánica ilustrados. Se ha considerado como "padre de las ilustraciones botánicas" a Crateuas, célebre médico que actuó en la corte de Mitrídates (rey del Ponto de 120 a 63 a. C.), y cuya *Rizotomica* contenía dibujos de plantas, que son probablemente los que aparecen copiados en un manuscrito bizantino del siglo VI, sin contar algunos herbarios chinos ilustrados de épocas anteriores al Renacimiento. Pero, en verdad, durante la Edad Media occidental las figuras de plantas son enteramente fantásticas, exponentes de las leyendas y supersticiones que adornaban entonces a los tres reinos naturales.

Será con un grupo de botánicos alemanes del Renacimiento cuando aparecerán los primeros libros ilustrados de botánica, que pueden calificarse de tales. Cronológicamente, el primero de ellos es Otto Brunfels (1489-1534), de Mainz, que en 1530 publica en Estrasburgo un *Herbarum vitae eicones*, con unas 300 figuras tomadas del natural por el dibujante Hans Weiditz. Como el texto provenía en gran parte de la traducción latina del Dioscórides, y las plantas dibujadas pertenecían a los alrededores de Estrasburgo, muchas de las cuales no figuraban en el Dioscórides, y por tanto, no tenían aún nombre, aparecen numerosas discrepancias, errores y confusiones, designando Brunfels a las plantas sin nombre con la expresión *herbae nudaе*, una especie de plantas mostrencas.

En parte, tales deficiencias fueron salvadas en la obra del segundo de los “padres alemanes de la botánica”: Hieronymus Bock -Tragus (1498-1554), cuyo *Kreütter Buch* de 1539 no llevaba ilustraciones; pero sí su segunda edición (más completa), de 1546, debidas a la pluma de David Kundel.

El tercero de estos “padres” alemanes es el humanista y médico Leonhard Fuchs —1501-1566— (inmortalizado en la flora americana en las fuchsianas), cuya *De historia stirpium*, de 1542, es la mejor obra de botánica de la primera mitad del siglo, tanto por el contenido como por las ilustraciones. En el libro de Fuchs no sólo aparece el retrato del autor, como era costumbre de la época, sino también de sus colaboradores artísticos: los dibujantes (“pictores operis”) Heinrich Füllmaurer y Albrecht Meyer, y el grabador (“sculptor”) Veit Rodolph Speckle.

Desde el punto de vista puramente botánico, es más importante la obra de Valerius Cordus (1515-1544), fallecido muy joven durante un viaje científico a Italia, probablemente una de las primeras excursiones botánicas con estudiantes. Cordus no sólo fue botánico, sino también farmacéutico, autor de una de las primeras farmacopeas oficiales (publicada por la ciudad de Nuremberg en 1546), considerándosele el descubridor del éter etílico. Su obra botánica —en especial, de plantas alemanas— estaba preparada desde 1540; pero apareció póstuma en 1561, con ilustraciones tomadas en parte de la obra de Fuchs.

Es indudable que las ilustraciones de estos textos botánicos contribuyeron a su mayor difusión, y hasta a incrementar el interés y el amor por las plantas. Muchas personas no eruditas se interesarían por estos libros debido a sus ilustraciones, que hablaban por sí mismas, más que por su texto, en un latín a veces inaccesible. Por otra parte, el costo oneroso de los grabados (hasta fines de siglo, en que aparecen las planchas de cobre, fueron de madera) contribuyó a su mayor utilización. El ejemplo del libro de Cordus con figuras del libro de Fuchs, muestra cómo se explotaban los grabados, alquilando o vendiendo los tacos. Esto explica también la aparición de textos de botánica donde las figuras privaban sobre el texto, y hasta libros, como nuestros álbumes ilustrados, que no contenían sino figuras.

El interés por el conocimiento directo de las plantas, que en los botánicos alemanes se había limitado a la flora de su país (con excepción de Cordus, que herborizó en Italia), se extendió pronto a los demás países, apareciendo dos variedades de naturalistas: el explorador o viajero, que, no satisfecho con los materiales o noticias provenientes de otras regiones, prefería recorrerlas por sí mismo, en especial tratándose

de regiones lejanas, conocidas o recientemente descubiertas, pero en todo caso vírgenes desde el punto de vista de la ciencia natural; y el estudioso o erudito, que, a la luz de los textos antiguos y de los descubrimientos contemporáneos, revisaba y perfeccionaba el conocimiento de la flora.

En este último sentido, una obra importante fue el comentario a la *Materia medica* de Dioscórides, debido al médico senés Pier Andrea Mattioli (1501-1577), que aparece en 1544, pero que a través de sus numerosas ediciones posteriores, en latín o en lenguas vernáculas (ilustradas a partir de la edición de 1554), se convirtió en una especie de periódico, que daba cuenta de las novedades que sus numerosos corresponsales hacían conocer al autor, con el objeto de que aparecieran en la próxima edición. Por ejemplo, en la edición del Mattioli de 1581 aparece el tulipán, cuyo cultivo tanta importancia adquiriría en los siglos siguientes, debido a las informaciones proporcionadas por botánicos holandeses que herborizaban en Turquía.

Otro botánico de gran reputación que, como Mattioli, recibía amplia información botánica para que apareciera en sus libros, fue el flamenco Charles de L'Ecluse, más conocido por su nombre latinizado Clusius (1526-1609), humanista y gran naturalista (considerado el padre de la micología, por su estudio de los hongos de la región danubiana de Europa central), que a través de escritos originales y traducciones hizo conocer la flora de España, de Austria y de Hungría, así como las de las Indias occidental y oriental.

Uno de los autores traducidos por Clusius es el flamenco Rembert Dodoens o Dodonaeus, según su nombre latinizado (1516-1585), médico y botánico que en 1554 publicó en flamenco (traducida al francés por Clusius) una obra botánica que, además de representar en cierto sentido una flora nacional, muestra uno de los primeros intentos de clasificación de las plantas según sus propiedades. Hasta entonces, las plantas se habían clasificado siguiendo normas empíricas —por ejemplo, su empleo como plantas medicinales—, cuando no siguiendo meramente el orden alfabético (esta clasificación aparece todavía en Fuchs); pero el número de especies era ya tan grande, que se había hecho necesario buscar un sistema más racional.

En este sentido, más feliz que Dodoens —que asigna aún una excesiva importancia a las propiedades medicinales— fue su compatriota Mathias de L'Obel (latinizado, Lobelius) (1538-1616), que las circunstancias políticas de la época llevaron a Inglaterra. (Al igual que Fuchs, los nombres de Clusius y de L'Obel aparecen immortalizados en las familias Clusiaceae y Lobeliaceae, y los géneros *Clusia* y *Lobelia*.) L'Obel



se ocupó de las floras francesa e inglesa, y una de sus obras (de 1581) estaba ilustrada con más de 2000 figuras, que más tarde aparecieron publicadas separadamente en un álbum.

En una de sus primeras obras (1570), L'Obel adoptó una clasificación de las plantas fundada en la forma de las hojas, que, imperfecta como es —pues vincula entre sí plantas sin relación alguna mutua—, representa, según Sarton, el esfuerzo más importante realizado en este campo durante el Renacimiento.

En cambio, para Mieli, el verdadero creador del primer sistema (artificial) de clasificación de las plantas, es Andrea Cesalpino (1524 ó 1525-1603), naturalista renacentista que se ocupó de mineralogía, de medicina (tiene un lugar destacado en la cuestión del descubrimiento de la circulación de la sangre) y de botánica, ocupándose en su *De plantis*, de 1583, de la clasificación de las plantas. Como buen aristotélico que fue, considera que tal clasificación ha de fundarse en primer lugar en razones filosóficas, admitiendo como criterio fundamental de clasificación la naturaleza de la sustancia (plantas leñosas o árboles, y plantas herbáceas), siguiendo luego en importancia el modo de propagación, fundando la clasificación en la naturaleza del fruto y de la semilla. Su adhesión a la antigua concepción que postula una estrecha analogía entre la vida de las plantas y la de los animales, lo desvió en sus consideraciones, aunque entrevé la distinción entre mono y dicotiledóneas.

Algo más tarde, a fines de siglo, el suizo Caspar Bauhin (1560-1624) establece una distinción más precisa entre género y especie, y vislumbra la clasificación binomial, que en el siglo XVIII Linneo introducirá sistemáticamente.

El estudio de las plantas extraeuropeas encuentra sus primeros expositores en los navegantes y cronistas que exploraron o describieron las nuevas tierras. Respecto del Oriente, uno de los primeros naturalistas es el portugués García Da Orta (c. 1500 - después de 1563), que residió en la India portuguesa, en especial en Goa, más de treinta años, y cuyo *Coloquio dos simples*, de 1563, es una importante obra de botánica médica, que se difundió en Occidente gracias a la traducción —o mejor, paráfrasis— latina de Clusius de 1567. Con la obra de Da Orta se vincula, para el conocimiento de la flora de las Indias orientales, la de Christoval Acosta de Buenaventura (c. 1515 - c. 1595), que hizo conocer en 1577 un *Tractado de las drogas y medicina de las Indias orientales con sus plantas debuxadas al vivo*, del que en 1605 Clusius dio una versión latina.

De las plantas egipcias se ocupó Próspero Alpino (1553 - 1617), que había estado en Egipto de 1580 a 1584, y que publicó en 1592 un *De plantis Aegypti*, en el que por primera vez se describe la planta del café en un tratado botánico.

Respecto de las plantas americanas, muchas noticias se encuentran en los cronistas del siglo, en especial en el padre Joseph de Acosta (1539 ó 1540 - 1600), que estuvo en la América española, en especial en Perú, y publicó una *Historia natural y moral de las Indias*, aparecida en 1590; y en el doctor Juan de Cárdenas (1563-1609), con su *Primera parte de los problemas y secretos maravillosos de las Indias*, de 1591, que se refiere a México (una segunda parte, dedicada al Perú, parece que no se publicó). Pero el documento más interesante en este sentido es un Códice descubierto este siglo, y conocido como *Manuscrito Badiano*, dedicado a la flora azteca y escrito en 1552 por dos indígenas: el médico Martín de la Cruz, que lo redactó en náhuatl, y Juan Badiano, que lo tradujo al latín, pero conservando los nombres aztecas. Es un libro de botánica médica en el que se describen cerca de 200 plantas medicinales, con ilustraciones en colores, muchas de las cuales, por la excelencia del dibujo, permiten identificar la planta representada.

En cuanto a los botánicos que se ocuparon de la flora americana, la obra más importante en este sentido es la de Francisco Hernández (c. 1514-1578), médico de Felipe II, a quien éste envió a México para estudiar las plantas medicinales de la región. Después de pasar siete años en México, Hernández regresó a España con numerosos manuscritos y dibujos, que se depositaron en El Escorial, destruyéndose con el incendio de 1671. Afortunadamente, habían sido estudiados, y en parte copiados y resumidos, integrando el llamado *Tesoro Messicano* de 1651, una de las obras más notables preparada por la célebre Accademia del Linnei en su primer período (1603-1630), y aparecida después de su disolución.

Otro botánico que se ocupó de la flora americana, pero sin salir de Europa, es el sevillano Nicolás Monardes (1507-1588), que hizo conocer en 1563 un tratado que ... *trata de todas las cosas que traen de Nuestras Indias Occidentales que sirven al uso de medicina*... que Clusius difundió con la traducción latina.

Por último, en el campo de los estudios botánicos, el siglo xvi asistió a progresos de orden metodológico. Así aparecen los primeros jardines botánicos, en el sentido actual de finalidad científica o didáctica, pues colecciones de plantas de adorno o para la cocina, y sobre todo de plantas medicinales, ya eran conocidas. Se considera como primer jar-

dín botánico el que fundó Luca Ghini (c. 1490-1556) hacia 1544 en Pisa, donde ya desde el año anterior había establecido un "orto botánico" para el cultivo de los "semplici", con el objeto de estudiarlos y presentarlos a sus discípulos. A partir de entonces, se fundan en el siglo xvi otros jardines botánicos (no todos hoy existentes): Padua y Florencia (1545), Amberes (1548?), Zurich (1560), Roma (1566), Bolonia (1567), Cassel (1568), Leipzig (1577?), Breslau (1587), Montpellier y Heidelberg (1593), Londres (1595 ó 1596), París (1597) y Parma (1599). Antes de finalizar el siglo, aparece el primer catálogo de un jardín botánico: el de Londres.

Es probable que también se deba a Luca Ghini la costumbre de conservar plantas desecadas (herbarios); por lo menos, se sabe que a mediados de siglo remitía en esa forma plantas a sus corresponsales (por ejemplo, a Mattioli en 1551). Recordemos que la reproducción de partes de las plantas por impresión directa se encuentra en Leonardo.

En zoología, los progresos científicos fueron menores. Las nuevas tierras aportaron un mayor conocimiento de la fauna, aunque privó en él el aspecto fabuloso y fantástico (recuérdense las sirenas que Colón aseguró haber visto brincar sobre las olas). También incrementó ese conocimiento la explotación del mundo zoológico, ya por razones económicas (el siglo xvi vio la misteriosa desaparición del arenque de las costas del Báltico, y la explotación de las costas del Atlántico norte, así como la cacería en las regiones árticas de Europa y de América en pos de pieles valiosas), ya por motivos cortesanos, que favorecieron la colección de animales raros en las cortes, las cacerías reales, la cetrería, etc.

Con todo, cabe citar un par de zoólogos franceses: Pierre Belon (1517-1564), que estudió con Valerius Cordus y viajó por Italia, los Balcanes, Turquía, Asia Menor y Egipto, publicando varios libros en 1551 y 1553 con los resultados de sus viajes y observaciones, en especial sobre pájaros y peces; y Guillaume Rondelet (1507-1566), que se ocupó especialmente de peces en sus obras de 1554 y 1555.

De interés especial para la zoología fueron además algunas obras renacentistas de ascendencia medieval, en las que se describe con carácter enciclopédico el mundo natural, aunque leyendo con preferencia la naturaleza en los libros más que en el libro de la naturaleza. Son las obras de naturalistas que compilan grandes enciclopedias fundadas sobre los tratados antiguos y sus comentarios, aunque agregando con frecuencia comentarios y observaciones propias.

Sobresalen entre estos enciclopedistas el suizo Conrad Gesner (1516-1565), que se ocupó de los tres reinos, pero cuyo máximo prestigio se

debe a su voluminosa *Historia animalium*, en cinco grandes tomos, que comienzan a aparecer en 1551, siendo el último póstumo de 1587, con más de 4000 páginas y centenares de ilustraciones; y el boloñés Ulisse Aldrovandi (1522-1605), quizá más científico que Gesner, cuya obra, casi toda póstuma, pertenece al siglo xvii. Su enciclopedia en trece volúmenes, cuya publicación, iniciada en 1599, termina en 1668, comprende descripciones de las aves, insectos, crustáceos, peces, cuadrúpedos, serpientes, así como tratados de teratología, mineralogía y dendrología.

Estas obras enciclopédicas, aun hoy útiles más por las ilustraciones que por el texto, desempeñaron, según Sarton, en el siglo xvi la misma función que quince siglos antes desempeñó la clásica *Historia natural* de Plinio.

Recordemos, por último, que en el siglo xvi comienzan a ponerse de moda las colecciones de objetos naturales, en especial de "curiosidades de la naturaleza" (fósiles, piedras y restos de animales raros, monstruosidades, etcétera), aunque a estas colecciones, en general pertenecientes a reyes o a aristócratas, se agregan colecciones más modestas, pero más científicas, reunidas por aficionados y por naturalistas.

Entre estas colecciones, y que puede considerarse ya como un museo de historia natural, se destaca la del médico papal Michele Mercati (1541-1593), que en su *Metallototeca* (aparecida póstuma en 1717) describe e ilustra una notable colección mineralógica del Vaticano.

En estas colecciones abundaban los fósiles que planteaban el problema de su origen y naturaleza. No es fácil precisar quiénes comenzaron a advertir la verdadera naturaleza de esos restos, pues la misma palabra "fósil" era entonces ambigua, ya que se refería indistintamente a todo lo que se extraía de la tierra, fuera o no resto orgánico. En general, puede decirse que la confusión persistió hasta ya avanzado el siglo xvii, y que en el siglo xvi la mayoría de los naturalistas mantenía aún la concepción de que los fósiles no eran sino *lusus naturae* (juegos o bromas de la naturaleza). Fueron excepción el gran Leonardo, pero cuyas notas, desconocidas para sus contemporáneos, no tuvieron mayor influencia, y algunos otros científicos, destacándose entre éstos una de las figuras más extraordinarias de la época: el ceramista Bernard Palissy (c. 1510-1589), cabal émulo de Leonardo, que en la Cuaresma de 1575 dictó una serie de clases públicas sobre historia natural (las primeras de esa índole en París y quizá en el mundo), donde exponía sus propias observaciones y experiencias, que reflejan la nueva mentalidad que se pondrá de manifiesto en los siglos siguientes. Esas clases —que aparecen en 1580 en un tratado cuyo largo título indica claramente su contenido: *Discours admirables de la*

*nature des eaux et fontaines tant naturelles qu'artificielles, des métaux, des sels et salines, des pierres, des terres, du feu et des émaux, avec plusieurs autres excellents secrets des choses naturelles*—, quizá por no estar en latín, no tuvieron mayor influencia entre los eruditos, y sólo se reconoció su valor en los siglos XVII y XVIII. Otra novedad de las clases de Palissy es que en ellas utilizaba su propia colección de “fósiles”, para realizar comparaciones y demostraciones prácticas.

En general, las colecciones de minerales y de piedras de la época contribuyeron a un mejor conocimiento mineralógico, pues permitieron la comparación de esos elementos provenientes de lugares distintos. Pero en verdad, los progresos realizados en el siglo en el campo del “tercer reino”, fueron más de índole técnica que científica, más de naturaleza minera y metalúrgica que mineralógica, pues es a este aspecto práctico al que se refieren las obras más importantes del siglo.

Los primeros libros impresos sobre minería y metalurgia son un par de libritos alemanes, de índole práctica, y más colección de recetas que tratado científico: el *Bergbüchlein* (primera edición, entre 1505 y 1510; segunda, de 1518) y el *Probierebüchlein* (1524), pero que pronto fueron eclipsados por las importantes obras de Vannoccio Biringuccio (1480-1539) y Georg Bauer=Georgius Agricola (1494-1555).

Biringuccio fue un autodidacto senés, cuya *De la Pirotechnia* (*Del arte del fuego*) en italiano y aparecida póstuma en 1540, es la obra de un técnico experimentado que se ocupa con criterio práctico de una serie de problemas vinculados con la minería, con la metalurgia (incluso problemas químicos), y con sus aplicaciones, mientras que el alemán Bauer, médico erudito y profesor universitario, escribe en latín una obra que se tornó clásica: *De re metallica*, aparecida póstuma en 1556, hermosamente ilustrada, y fruto de sus lecturas y de observaciones personales, visitas y conversaciones en la región minera de Bohemia y Sajonia, así como de su interés por esas cuestiones. La obra de Agricola encontró una mayor difusión que la de Biringuccio, y en cierto sentido eclipsó a ésta, y sólo en este siglo se rehabilitó la obra del técnico italiano, en muchos aspectos más original que la del erudito alemán.

Terminemos recordando que las explotaciones mineras en las colonias españolas de América, y su gran riqueza, dieron lugar a un desarrollo de la industria metalúrgica en Hispanoamérica superior al que en la misma época mostraba Europa. Fruto de ese desarrollo fueron algunos métodos de amalgamación para mejorar las menas de plata, que se inventan en Nueva España y en el Perú. En 1555, el sevillano Bartolomé de Medina inventa en México el “beneficio de patio”, que empieza a conocerse

en 1560 y se introduce en el Perú hacia 1571; mientras que el andaluz Álvaro Alonso Barba (1561-después de 1653) inventa en 1590, en las minas de Charcas, un "beneficio de cazo y cocimiento", que describe en su *Arte de los metales*, de 1640, donde aparecen por primera vez por escrito las reglas del beneficio de las menas de oro y plata por amalgamación.

Buenos Aires, 1960.

### BIBLIOGRAFÍA

Para una reseña general de la ciencia renacentista, ver, en especial:

- G. SARTON, *Six wings; Men of science in the Renaissance* (Bloomington, 1957).  
A. WOLF, *History of science, technology and philosophy in the sixteenth and seventeenth centuries* (London, 1935).  
A. MIELI, *La eclosión del Renacimiento* (B. Aires, 1951).  
A. MIELI, *Leonardo da Vinci, sabio* (B. Aires, 1950).  
A. MIELI, *La ciencia del Renacimiento; Matemática y ciencias naturales* (B. Aires, 1952).  
D. PAPP y J. BABINI, *La ciencia del Renacimiento; Astronomía, física y biología* (B. Aires, 1952).



## *Valor crítico de los métodos fisicoquímicos utilizados en la Sistemática moderna*

Por FRANCISCO BERTINI \*

ABSTRACT. — When adequately applied, the current methods for characterization and detection of proteins and derived compounds, as well as the investigation of the molecular structures of these substances, may facilitate the interpretation of some systematic or phylogenetic problems. In the present paper the efficacy and limitations of immunology, chromatography and electrophoresis are discussed. In each of these methods there are various techniques that affect the precision of the methods. It is concluded that although these methods are very useful in comparative biochemistry, it is necessary to use great caution in the interpretation of analyses when applied to systematics.

En un artículo sintético que aparece en el presente número de esta misma revista (Ceí, 1960) se destacan los principales resultados conseguidos por numerosos autores en la aplicación de métodos fisicoquímicos al estudio de la sistemática y de la filogenia. Estos métodos, técnicamente muy distintos entre sí, tienden en su mayoría a evidenciar diferencias o semejanzas de carácter "molecular" entre especies vegetales o animales, revelando la existencia de particulares sustancias químicas específicas de un determinado grupo, especie o población. Estas sustancias, o bien están ausentes en otros taxones, o bien aparecen sustituidas por otras semejantes que se distinguen por un determinado comportamiento fisicoquímico que indica su grado de afinidad.

Como ha sido puntualizado por Ceí, los distintos niveles de observación en estos estudios dependen del método adoptado. Desde el examen a simple vista hasta el microscopio electrónico en el campo de la morfología, y desde el análisis del nitrógeno de un fluido biológico hasta

\* Jefe del Laboratorio de Serología del Instituto de Biología, Universidad Nacional de Cuyo.

el análisis estructural de una proteína purificada, intercurrentes varios grados de aproximación. Todos éstos pueden ser interesantes; más, aún: diremos insustituibles, porque al comparar distintos organismos, necesitamos tener un cuadro lo más completo, donde la morfología y la bioquímica puedan, juntas, dilucidar problemas dentro del marco de la filogenia y a la luz de las orientaciones modernas (aislamiento sexual, factores ecológicos, etc.). Así, no solamente se deberá cuidar el valor de los datos morfológicos, sino que habrá que encontrar concordancia entre éstos y los datos fisicoquímicos; y aquí está, sin duda, el punto más difícil de estas investigaciones, donde, de encontrarse incongruencias, habrá que reconsiderar los propios resultados técnicos, y sospechar de la objetividad de las interpretaciones.

El criterio que se adopta en los estudios comparativos bioquímicos para dilucidar problemas de sistemática y filogenia, es el mismo adoptado desde antiguo para la morfología de animales adultos o en embriología comparada: el número de rasgos comunes a una y otra especie es, en general, el índice de su parentesco. Ahora bien; llevando la investigación comparativa a un nivel molecular, podemos a veces simplificar el problema aportando un dato directo valioso. Mendel pudo demostrar sus célebres leyes eligiendo en sus experiencias manifestaciones del fenotipo sencillas que dependen de un solo gen. Si además las sustancias que nos proponemos estudiar tienen un importante papel fisiológico (metabólico, estructural), mayor significado cobrarán las diferencias y analogías que encontremos. De todas maneras, las sustancias que se usarán en cada "test" necesitarán ser "representativas", entendiéndose con esta palabra que no deberán ser influenciadas por estados particulares de ambiente, alimentación, etc., sino depender de la constitución génica del espécimen.

Las proteínas resultan muy adecuadas para esta clase de observaciones, y también se ha demostrado la utilidad de considerar derivados de las mismas en extractos de tejidos, en hemolinfas y otros líquidos biológicos.

Benoit, según refiere Sande, demuestra que el cuadro electroforético de proteínas de hemolinfas de insectos hematófagos no resulta influenciado por los individuos de las especies parasitadas. Esto probaría que los insectos hematófagos poseen inalteradas sus proteínas específicas.

Una larga serie de investigadores ha demostrado la individualidad bioquímica de la especie, y podemos considerar tales conclusiones como una primera etapa hacia una interpretación filogenética y sistemática de los resultados.

Proteínas séricas, hemoglobinas y otros pigmentos respiratorios, sustancias ninhidrina-positivas de extractos de músculos o de órganos, enzimas, proteínas de hemolinfas y de plantas han sido examinadas comparativamente desde medio siglo en "kreis" de especies de las más distintas afinidades morfológicas, con métodos inmunológicos, cromatográficos, electroforéticos o "tests" de resistencia a agentes químicos. También arrojaron datos precisos los estudios comparativos de procesos bioquímicos y de concentraciones salinas de flúidos biológicos.

En cada método citado existen varios grados de aproximación de creciente selectividad y precisión: su elección depende de las posibilidades técnicas de que se dispone, de la constitución y tamaño de las especies utilizadas y del problema de afinidad presentado por cada taxón en base a la morfología y a los datos preliminares obtenidos con métodos más generales y menos selectivos.

En serología comparada podemos distinguir tres niveles de observación en las reacciones de precipitinas brillantemente aplicadas por Boyden y colaboradores. Procediendo de menor a mayor selectividad, en el primer nivel se utilizan directamente como antígeno sueros de animales, obteniéndose antisueros que se hacen reaccionar con sueros homólogos y con los heterólogos de las especies que se quieren estudiar. En el segundo nivel, el antígeno consta de un grupo especial de proteínas de suero, o de otro flúido biológico; por ejemplo, las globulinas, que se pueden separar por "salting out". Se puede así conseguir una mayor precisión eliminando además posibles efectos de interacción por otras proteínas que pueden disminuir el poder antigénico e interferir en las reacciones de precipitación.

El tercer grado se consigue utilizando proteínas puras. Por proteínas puras habría que considerar a las cristalizables; pero este concepto puede extenderse, debido a las conocidas propiedades de las proteínas, esto es, haciendo referencia a ciertos métodos de aislamiento y control. Diremos entonces electroforéticamente o cromatográficamente puras. No siempre, lógicamente, es posible utilizar este último nivel; además, no todas las proteínas relativamente fáciles de purificar tienen un poder antigénico fuerte (hemoglobinas, albúminas).

Por medio de antígenos conseguidos por algunos de estos sistemas, se pueden obtener adecuados anticuerpos, y atribuir el valor 100 % a las reacciones de precipitación con sueros homólogos, y valores proporcionales a los títulos de las reacciones heterólogas, obteniéndose verdaderos esquemas tridimensionales (véase el clásico ejemplo de Boyden, que relaciona algunas formas de Anfibios Urodelos de distintos géneros).

De acuerdo con lo que se conoce sobre la alta especificidad de las reacciones serológicas, podemos decir que en estos esquemas tenemos una interesante información sobre la afinidad de las proteínas que estamos manipulando, y éste es el dato "inmediato"; pero cuando se quiere identificar estas afinidades con las que intercorren entre las especies que han proporcionado ese material antigénico, no hay que olvidar que se está trabajando con *una parte* de aquellos organismos. Los datos osteológicos, las medidas biométricas, la embriología, etc., son en efecto *complementadas* por el estudio serológico, y este concepto vale naturalmente para cualquier otro método físicoquímico. Además, no siempre los títulos que arrojan las reacciones serológicas permiten la construcción de cuadros como el clásico de Boyden, en un sentido tan geométrico. La "*Distancia Serológica*" (Ds), como Mainardi llama al resultado de la siguiente fórmula (para dos especies a y b):

$$Ds = \frac{1}{\sqrt{\frac{Oa}{Ea} \cdot \frac{Ob}{Eb}}}$$

integrada por los títulos de los antisueros homólogos y heterólogos (respectivamente, Oa,Ob y Ea,Eb), debe ser traducida entonces a menudo sobre un plano, e indicada por medio de líneas, esperándose que investigaciones futuras encuentren una interpretación mejor de estos valores, a los que no se puede atribuir una expresión matemática pura. De todas maneras, no nos parece imposible que ciertas incongruencias, halladas en la tentativa de dar una forma tridimensional al esquema, usando estas expresiones serológicas, sean debidas a la imposibilidad de investigar formas "eslabones" ya desaparecidas y especies "teóricas" de constitución génica incompatible con la vida.

Para comparar especies muy afines, es de importancia el método de absorción de antígenos comunes. Si se obtienen anticuerpos contra glóbulos rojos de varias especies, y, previamente a la reacción de aglutinación, éstos son puestos en contacto con glóbulos rojos de cada especie utilizada, por un tiempo determinado, se elimina del anticuerpo, en cada caso, la fracción que reacciona con el tipo de hematíes con que estuvo en contacto. Repitiendo esta operación con antígeno y anticuerpo de las especies en estudio, es posible componer la constitución antigénica de los glóbulos rojos de dichas especies como en un mosaico. El número de antígenos en común denuncia la afinidad entre los tipos de glóbulos rojos utilizados, y permite suponer una correspondiente afinidad entre las especies de que provienen (fig. 1).

Otro "test" interesante es la reacción serológica de precipitación practicada en el gel por difusión de los reactivos desde celdas adecuadamente colocadas a distancias iguales en ese medio, en cápsulas de Petri. Existen numerosas ventajas: por ejemplo, se puede trabajar con mínimas cantidades de reactivos y llevar a cabo un número considerable de reacciones, efectuando controles en cada cápsula con sueros homólogos. Por la lenta difusión del antígeno y antisuero se forman líneas de precipitación cuyo número depende de la heterogeneidad del antígeno empleado y de su afinidad química con el anticuerpo, mientras que la intensidad

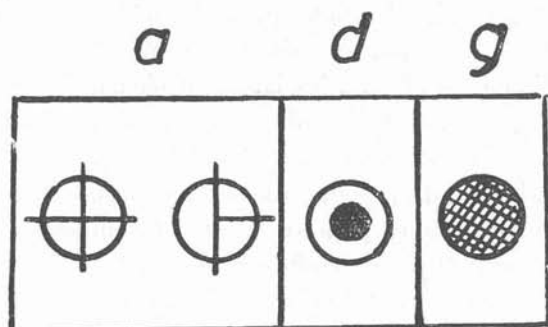


Figura 1

Esquema de antígenos en la Carpa (*Cyprinus carpio*)

a, Antígenos comunes a *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus* y *Tinca tinca*. — d, Antígenos comunes a *Cyprinus carpio* y *Carassius auratus*.  
— g, Antígenos específicos de *Cyprinus carpio*. (Mainardi, 1958.)

de las líneas dará una idea cuantitativa, si bien aproximada, de la reacción. Con este método podemos captar diferencias cualitativas en la estructura antigénica del material empleado con una selectividad que la reacción en medio líquido, medida al turbidímetro, no puede lógicamente captar, por indicar la suma de las reacciones que ocurren en un sistema dado.

Medidas cuali y cuantitativas pueden también obtenerse con reacciones en tubos de agar, donde las líneas de precipitación son caracterizadas cuali y cuantitativamente por una fotocélula, determinándose además la distancia relativa entre las mismas como para la lectura fotométrica de un electroferograma en un densitómetro. El aparato en cuestión, que es el SAMI (Serum Agar Measuring Integrator), permite así conseguir datos objetivos, y forma equipo con el Photonreflectometer de Libby.

En todo trabajo de difusión en gel, cobra especial importancia el tiempo, además de la temperatura. La difusión de los reactivos bioló-

gicos se produce aproximadamente en una semana, y, durante este tiempo, aparecen gradualmente las líneas de precipitación, que pueden sucesivamente desdoblarse evidenciando heterogeneidad, o unirse a otras. Es por lo tanto útil seguir las variaciones que ocurren durante ese tiempo dibujando o fotografiando las placas. Está de más decir que también en estos métodos pueden aplicarse los distintos niveles de observación referidos a los antígenos, que se han citado para las reacciones de precipitinas en medio líquido.

La cromatografía en papel ha arrojado datos verdaderamente sugestivos, y ha sido aplicada al estudio de aminoácidos libres o péptidos, no existiendo hasta el momento un método recomendable, por lo menos en la cromatografía en papel, para las largas moléculas de proteínas. Se ha encontrado así que existe para cada genotipo un patrón cromatográfico.

Fox (1956) pudo demostrar en *Drosophila melanogaster* la existencia de un péptido sexual (presente sólo en los machos), recomendando la cromatografía bidimensional para los estudios taxonómicos. Clarck y Ball afirman que la composición de aminoácidos en extractos totales de adultos de insectos del género *Culex*, *Culiseta* y *Aedes*, y otros insectos no culícidos, difiere tanto genéricamente como entre las diversas familias, y que diferencias menores se encuentran entre especies diversas, pero relacionadas sistemáticamente. Varios investigadores han subrayado la especificidad bioquímica, y al respecto se pueden consultar las conclusiones a que llega Buzzati-Traverso, quien sostiene que dicha especificidad puede ser controlada por un solo locus génico, y que el patrón cromatográfico de la descendencia, en peces, se parece más al materno que al paterno. Koref demuestra que los patrones cromatográficos de ciertos insectos tienen ya especificidad, al analizar larvas, y dependen de la cepa utilizada y no del estado patológico (si tienen o no tumor).

Hay que considerar que no todos los autores determinan cuáles son las sustancias que se visualizan en los patrones cromatográficos, y señalan simplemente su distinta ubicación ( $R_f$ ) en condiciones determinadas de trabajo. Por otra parte, observaciones comparativas de hidrolizados de proteínas de distintas fuentes en distintas especies, no revelan diferencias significativas. Hidrolizados de pollo, rana y mamíferos, revelan una composición, cuali y cuantitativamente, muy semejante en aminoácidos. Hay variaciones en la relación cistina/cisteína, que puede cambiar de una especie a otra.

Por experiencias personales señalamos no haber encontrado ninguna especificidad en sustancias ninhidrina-positivas de hidrolizados de pro-



teínas séricas de anuros de muy distinta derivación filogenética (cromatografía ascendente).

Concluyendo, la cromatografía en papel es un óptimo auxiliar para la genética, y puede ser aplicada en estudios sistemáticos. Existe una enorme variedad de técnicas; pero la bidimensional es, sin duda, más selectiva que cualquier otra, empleándose sobre todo como solventes el sistema ácido acético-butanol-agua en un sentido, y el fenol 80 % en el otro, o la lutidina y collidina, revelándose los aminoácidos con solución de ninhidrina.

Además de los métodos citados, está cobrando interés en el campo de la filogenia y sistemática la electroforesis, especialmente en papel.

El hecho de poder conseguir un "mapa" de las proteínas séricas o de las hemoglobinas, que forman parte de la sangre de especies de animales, o de las proteínas de hemolinfas de insectos, en forma rápida y sencilla (basta una gota de fluido biológico), y de poder conocer su porcentaje relativo, como el hecho de poder llevar este tipo de análisis en especímenes de tamaño muy reducido, o de poder repetir los ensayos un número considerable de veces, variando, además, adecuadamente las condiciones de trabajo (cambio de "buffer", diferencia de potencial, tiempo de aplicación del mismo, etc.), compensa la imposibilidad de determinar, como en los largos ensayos químicos, el tipo de proteína a que pertenece cada fracción separada (fraccionamiento por "salting out").

El esquema general de un electroferograma de suero de vertebrados está dado por una primera fracción de movilidad alta, albúmina, que es la más importante cuantitativamente en Aves y Mamíferos, seguida por una serie de fracciones, globulinas, cuyo número es variable, y que se reúnen en los tres grandes grupos alfa, beta y gamma.

Es muy tentador homologar las diversas fracciones seroproteínas separadas electroforéticamente, entre distintos taxones relacionados sistemáticamente; pero hay que considerar que la movilidad electroforética de una proteína es principalmente debida a su punto isoelectrico, y que proteínas constitutivamente distintas, pueden tener el mismo punto isoelectrico. Las analogías cobran un significado diferente cuando se consideran especies muy relacionadas filogenéticamente, dentro del mismo género o subespecies y poblaciones más o menos aisladas.

Un ejemplo significativo en este orden de análisis es presentado por dos anuros argentinos, *Leptodactylus chaquensis* y *L. ocellatus*, íntimamente relacionados entre sí, que han sido considerados por Cei dos especies distintas, principalmente por sus peculiares ciclos sexuales. Existen en las fracciones seroproteicas separadas electroforéticamente de estas dos

especies, diferencias cuantitativas que han podido expresarse estadísticamente en varias poblaciones. Si bien existen variaciones poblacionales en las mismas especies, se mantienen inalteradas ciertas relaciones dentro y entre los dos patrones electroforéticos (por ejemplo, la relación entre los porcentajes relativos de dos bandas de globulinas), hasta en zonas de la provincia de Corrientes, donde *L. ocellatus* y *L. chaquensis* son simpátridas. Por otra parte, la distinta movilidad electroforética de la albúmina en distintas subespecies de *Bufo granulosus*, revela una llamativa particularidad traducible en expresiones numéricas.

Recordamos que la movilidad electroforética de las proteínas puede ser influenciada por distintos factores. Algunos son debidos a la índole del método utilizado, como la electroendósmosis y la evaporación; estos fenómenos provocan en el papel flujos de "buffer" que desplazan la muestra a analizar de su verdadero punto de aplicación sobre las tiras. La separación se realiza entonces sobre un soporte *móvil*, no fijo, y las moléculas proteicas se van separando sobre las tiras como si fueran grupos de personas que caminan a distinta velocidad sobre una escalera mecánica.

El uso de sustancias "patrones", cuyo corrimiento, causado por su carga eléctrica, sea prácticamente nulo, artificios para reducir la evaporación (por ejemplo, inclusión de cierta cantidad de glicerina en el "buffer"), el control de la temperatura, etc., pueden ser útiles; de todas maneras, se hace necesario considerar entre ellas las muestras que se han analizado en la misma cuba electroforética y en el mismo tiempo, averiguando si la diferencia de movilidad se reproduce en varias operaciones.

Tratándose de varios animales a comparar, se podrá tener una como referencia; de todas maneras, nosotros hacemos hincapié que para el estudio comparativo que nos ocupa, es ya importante conseguir datos relativos que son significativos para una interpretación biológica de estos problemas. A pesar de estos inconvenientes, el análisis electroforético puede volverse hasta insustituible para evidenciar fracciones proteicas, si consideramos, por ejemplo, que la mayoría de las hemoglobinas patológicas humanas pueden ser caracterizadas exclusivamente por este método.

No pudiendo ahora seguir extendiéndonos sobre estos temas, me limitaré a recordar un ejemplo de ciertos análisis estructurales comparativos de proteínas. Este orden de investigaciones se ve lógicamente obstaculizado por la complicada estructura de aquellas sustancias; sin embargo, el caso del *citocromo c* es sugestivo. La estructura molecular de estas enzimas, estudiada en algunos reptiles, mamíferos y aves, resulta idéntica para los ejemplares de las dos primeras clases, pero es dis-

tinta en aves. Se sugiere, entonces, que para el *citocromo c* la línea evolutiva peces-reptiles-mamíferos se mantenga inalterada, mientras en la rama colateral reptiles-aves la molécula de *citocromo c* haya experimentado una modificación específica. Consideramos, empero, que para afianzar ésta como otras teorías similares en este campo, son necesarios estudios más extensos en la escala zoológica.

Concluiremos expresando que sería difícil preconizar cuál puede ser el desarrollo y la importancia futura de estas investigaciones que hemos comentado aquí brevemente; pero creemos muy importante que quienes se inician en estos estudios, desechen de su mente la pretensión de encontrar siempre una inmediata utilidad práctica en sus resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANFENSEN, C. B., y R. R. REDFIELD, 1956. "Protein Structure in Relation to Function and Biosynthesis." *Advances in Protein Chemistry*, vol. XI, pág. 90.
- BAILEY, K., 1937. *Biochem. J.*, 31, 1406.
- BENOIT, F., y M. VAN SANDE, 1959. *Ann. Soc. Méd. Trop. Belg.*, 39, 135.
- BERTINI, F. "Electroferogramas de proteínas séricas en el género Bufo." Acta del Primer Congreso Sudamericano de Zoología, La Plata, octubre de 1959.
- BLOCK, R. J.; E. L. DURRUM y G. ZWEIG, 1958. *A Manual of Paper Chromatography and Paper Electrophoresis*. Acad. Press Inc. Publ., N. Y.
- BOYDEN, A., 1942. *Physiol. Zool.*, 15, 109.
- BUZZATI - TRAVERSO, A. A., y A. A. RECHNITZER, 1953. "Paper Partition Chromatography in Taxonomic Studies." *Science*, 117, 58, 3029.
- CEI, J. M., y F. BERTINI. "Diferencias entre *L. ocellatus* y *L. chaquensis* reveladas por vía electroforética en suero." Acta del Primer Congr. Sudamer. de Zool., La Plata, octubre de 1959.
- CEI, J. M., 1961. "Métodos no morfológicos en la taxonomía y filogenia." *Holmbergia*, VI, 17: 11-24.
- CLARCK, E. W., y G. H. BALL, 1952. "The free aminoacids in the whole bodies of Culicid mosquitoes." *Expel. Parasitol.*, 1 (4), 339-346.
- CRAMER, F., 1958. *Cromatografía sobre papel*. Ed. Beta. Buenos Aires.
- FOX, A. S., 1956. "Application of Paper Chromatography to Taxonomic Studies." *Science*, 123, 3187, 143-144.
- GLENN, W. G., 1957. *J. Immunol.*, 78, 6, 395.
- 1959. *J. Immunol.*, 82, 120.
- GREENSTEIN, J. P.; W. V. JENRETTE y J. WHITE, 1941. *J. Nat. Cancer Inst.*, 2, 305.
- GUTIÉRREZ, S., y J. PEÑALVER, 1959. "Hemoglobinopatías." *Rev. Asoc. Med. Arg.*, 73, 12, 520.
- KOREF, S., 1955. "Estudio de los patrones cromatográficos de larvas tumorales y no tumorales de *Drosophila*." *Biológica*, 21.
- LANZA, B., y F. M. ANTONINI, 1955. *Monit. Zool. Ital.*, 63 (4), 293.

- MAINARDI, D., 1958. *La filogenesi nei Fringillidi basata sui rapporti immunologici*. Istituto Lombardo (Rend. Sc.), B 92, 336-356.
- 1958. *Le affinità di Cyprinus carpio con alcune specie di Ciprinidi studiate col metodo immunologico*. Istituto Lombardo (Rend. Sc.), B 92, 379-383.
- VAN SANDE, M., y D. KARCHER, 1960. "Species Differentiation of Insects by Hemolymph Electrophoresis." *Science*, 131, 3407, 1103.
- ZWEIG, G., y J. W. CRENSHAW, 1957. "Differentiation of Species by Paper electrophoresis of Serum Proteins of Pseudemys Turtles." *Science*, 126, 3282, 1065-67.

## Consideraciones sobre Paleopatología

Por ALDO RENATO JULIO PAOLI \*

ABSTRACT. — *Paleopathologic considerations.* — In this work we don't add nothing new, except all what is already established by the international bibliography on the subject. It has been tried only to make —from the historical point of view— a generic synthesis and a superficial recopilation of references, more or less related on the orientation and paleopathologic documentation. Giving in this way a panoramic idea of its problem and remarking very briefly its study possibilities in Argentina.

Al parecer —así a simple vista—, diríamos que cada problema tiene una solución específica y método también específico. Sin embargo, aunque la solución sea específica, los métodos, en cambio, pueden ser varios, y ajenos en parte, o por lo menos indirectos a los datos que manejamos.

La mayoría de las veces, el término o el vocablo con el cual designamos a una determinada disciplina, no es el exactamente *preciso*; y otras, lo es, pero no corresponde en un todo con las funciones, o sea que no abarca totalmente el campo de lo que dicha disciplina o ciencia estudia, o se propone investigar. Es la evolución de las diversas *teorías* que componen el *desarrollo*, *contextura* y *sentido* de una ciencia, lo que le da el *significado* o el espectro de *actividad*, y no el *término en sí*. En tales casos, esas “denominaciones” dudosas convendría sustituirlas, aunque esto no suceda, y por lo tanto, se conservan, por *tradición*, *costumbre*, *comodidad* o *didáctica*.

Dentro del esquema propuesto se encuentra la llamada: “Paleopatología”, que no sólo se liga con la paleontología propiamente dicha, sino que —geocronológicamente— comprende “hechos” producidos en períodos más modernos, analizados parcialmente por la antropología, etnografía y arqueología. Es decir que el campo de *acción* de esta rama del conocimiento es más amplio de lo que el “término en sí” da a entender. En general podemos afirmar que la Paleopatología estudia las enfermedades desde su aparición en épocas remotas del planeta, correlativas a la

\* De la Asociación Paleontológica Argentina.

evolución geológica del mismo. Hace la diagnosis, e investiga la antigüedad, características, distribución, geografía, etc., en el pasado prehistórico, y también en los comienzos de la historia. El método es el corrientemente empleado en toda la ciencia; por supuesto, con las variantes necesarias para cada situación, y con las aplicaciones técnicas más "útiles para sus fines".

Sabemos que la Ciencia es *conocimiento crítico sistematizado y generalizado en base a hechos comprobados experimentalmente*; y en consecuencia, tenemos que al plantear un problema, según las inferencias establecidas ya por *Aristóteles* (384 - 322 a. C.) lo encaramos por razonamiento: *analógico, inductivo o deductivo*, siguiendo en cierto modo los puntos:

- 1) Recopilación de datos;
- 2) Mediciones;
- 3) Ordenación;
- 4) Análisis;
- 5) Reducción;
- 6) Hipótesis;
- 7) Teorías;
- 8) Ensayos y control experimental;
- 9) Comprobaciones y conclusiones.

Con respecto al *Criterio Histórico*, el camino es:

- 1) Estudios sistemáticos;
- 2) Autenticidad de los documentos;
- 3) Investigaciones bibliobiográficas;
- 4) Lingüística y paleografía;
- 5) Cronología y cotejo;
- 6) Conclusiones.

En resumen, el proceso metodológico a seguir en Paleopatología es:

- 1) Recolección adecuada del material;
- 2) Traslado y conservación;
- 3) Análisis macroscópico descriptivo;
- 4) Compilación de fotografías y dibujos;
- 5) Análisis microscópico, incluyendo en ciertos casos el análisis químico cuali-cuantitativo;
- 6) Análisis radiográfico;
- 7) Tipificación; fichero y colección de especímenes clasificados.

Las dificultades que se presentan en esta clase de investigaciones se agrupan en tres puntos principales, que son:



- a) Cantidad de muestra;
- b) Insuficiencia de datos comparativos;
- c) Problemas cronológicos.

Los datos o constataciones más remotas, con referencia a la comprobación de la existencia de enfermedades, los obtenemos de los *especímenes paleontológicos* recolectados y clasificados en su doble faz: *paleozoológica* y *paleo-antropo-etnográfica*. Podemos hablar de una paleopatología suficientemente establecida como disciplina científica en dependencia con el material obtenido hasta el presente, que nos demuestra—a grandes rasgos— la *distribución biogeográfica* y la amplitud en la *escala zoológica general*, de las diferentes *anormalidades* y *afecciones* que acicatean a todos los organismos vivientes, particularmente al hombre a través del tiempo geológico. BUFFON (G. LOUIS LECLERC, n. 7-IX-1707 - m. 16-IV-1788) expresó que “si no existieran animales, la naturaleza del hombre sería todavía más incomprensible”.

Muchos de los *procesos morbosos*, los cuales afectan directa o indirectamente la *osteogénesis*, tanto la *degradación* y/o *destrucción* como la *infiltración* y/o *adherencia*, y especialmente los *fenómenos de reparación*, pueden dejar muy bien una huella permanente en los huesos: “únicos documentos patológicos del pasado viviente de la tierra, que existen en cantidad suficiente”. Enfermedades tales como raquitismo, desnutrición por carencia, tuberculosis, lepra, sífilis y cáncer, dejan sus “secuelas óseas características” hasta un cierto tiempo “post mortem”, pues la fosilización se encarga de desfigurar las piezas creando dudas serias acerca de la exactitud diagnóstica del verdadero *tipo nosológico*. En la cuestión de las tumoraciones cancerosas, el *diagnóstico diferencial* de las distintas *especies histológicas* es menos presuntivo que en las infecciosas y carenciales. Así es que se poseen piezas con tejidos óseos en reparación por fracturas de diversa índole, con tejidos destruídos por ulceraciones profundas, excrecencias voluminosas, etc.

#### LESIONES PATOLÓGICAS ÓSEAS POSIBLES EN RESTOS FÓSILES

- a) Traumas;
- b) Fracturas;
- c) Anomalías congénitas;
- d) Teratologías;
- e) Enfermedades varias, como ser: hipertrofias, hiperplasias, abscesos crónicos, osteomalacia, osteocondritis, osteomielitis, etc.;
- f) Tumores.

## DISTRIBUCIÓN DE LOS ESPECÍMENES FÓSILES

a) Afecciones Patológicas en  
Animales Prehistóricos.1) *Esqueletos.*b) Afecciones Patológicas en  
Restos Humanos Prehistóricos.2) *Momias*{ Esqueletos;  
Órganos.3) *Cráneos*{ Sanos;  
Enfermos;  
Trepanados sanos;  
Trepanados enfermos.

## ENFERMEDADES COMPROBADAS

*Cáncer*{ Animales;  
Hombres.*Teratologías y  
otras anormali-  
dades*{ Animales;  
Hombres.*Infecciones va-  
rias*{ Animales;  
Hombres.*Traumas y  
Fracturas*{ Animales;  
Hombres.*Lepra y otras*

{ Hombres.

*Sífilis*

{ Hombres.

*Trepanaciones  
(cirugía)*

{ Hombres.

*Afecciones  
dentarias*{ Animales;  
Hombres.

A continuación de las primeras observaciones llevadas a cabo en los años **1774** y **1836**, la paleopatología recibe un impulso considerable, al comenzar a cimentarse los conocimientos de la paleoanatomía zoo y antropológica, después de los hallazgos de los restos del hombre de Neanderthal, el año **1856**. Tanto las investigaciones sobre cráneos prehistóricos con o sin lesiones, encontrados en diversos puntos geográficos de Europa y América, como los descubrimientos de restos de esqueletos humanos fósiles, así como también el descubrimiento “de las grandes controversias”; el hombre de Java, efectuado el año **1891** por el médico holandés Eugenio DUBOIS, y otros sucesivos hallazgos, particularmente sobre momias egipcias, fueron conformando un caudal informativo muy vasto y complejo. Pero de esa vastedad, sin embargo, la investigación científica obtiene día a día conclusiones interesantes, y hasta cierto punto categóricas.

De acuerdo con CASTIGLIONI, podemos decir que “la enfermedad fue compañera indivisible de la vida organizada en los más lejanos antecesores de la especie. La enfermedad existió antes que el hombre, pues nació con la vida. En el tiempo que precede a la aparición del hombre, la presencia de fenómenos morbosos se manifestó contemporáneamente a las primeras manifestaciones de vida sobre la tierra”. Esto es fácil constatarlo, porque se han encontrado numerosos ejemplares con fracturas, caries dentarias, enfermedades parasitarias en la época *Paleozoica*. En la *Mesozoica*, se comprobó la existencia de vestigios seguros de afecciones óseas que corresponden a las formas conocidas, como: Periostitis, Osteomielitis, Artritis, Necrosis, Piorrea alveolar, etc., en dinosaurios, plesiosaurios y otros animales de esos tiempos geológicos. También se han encontrado afecciones del mismo carácter patognómico en especímenes de las épocas *Terciaria* y *Cuaternaria*, mostrándonos la constancia de las distintas secuelas patológicas a través de los miles de años que han transcurrido.

Gracias a los estudios y compilaciones de Roy Lee MOODIE (1880-1934), profesor asociado de anatomía en la Universidad de Illinois (U.S.A.), amén del trabajo de muchos otros antecesores, se tiene en la actualidad una visión muy amplia, aunque no completa aún, del desarrollo histórico y del panorama futuro de la investigación paleopatológica.

Al respecto, MOODIE publicó el año **1923** un trabajo de síntesis sobre el problema en cuestión, titulado: *Paleopathology; An Introduction to the Study of Ancient Evidences of Disease*, en el cual hace una revisión de la bibliografía paleopatológica desde el punto de vista conceptual y cronológico, abarcando el período comprendido por la primera obser-

vacación sobre el tema, o sea el año **1774** hasta el año **1921**. Además, en esta publicación MOODIE destaca y aclara algunos datos históricos generales.

Desde el punto de vista histórico, las primeras observaciones sobre paleopatología se deben al naturalista Eugen John Christoph ESPER, nacido el año **1742** y muerto el 27 de julio de **1810**, profesor desde el año **1782** en la célebre Universidad Protestante de la ciudad alemana de *Erlangen*, situada al norte de Nuremberg, en la confluencia del Schwaibach con el Regnitz. La Universidad fue fundada el año **1742**, y E.J.C. ESPER se ocupó especialmente de las mariposas en Europa. Este naturalista, el año **1774**, describió una lesión "neoplásica (?)" en la *mitad inferior del fémur* de un oso de caverna: *Ursus spelaeus*, a la cual consideró como un *osteosarcoma*. Más tarde, otros autores la consideraron más bien como una probable fractura primitiva que llegó a supurar, circundada por una formación callosa, y finalmente, con necrosis del hueso. Por otra parte, el año 1836, P. C. SCHMERLING, de sus investigaciones iniciadas el año 1832, en cavernas de la provincia de Liège, describió otros tumores existentes en mamíferos del *Plioceno*. Estos descubrimientos fueron más tarde, en cierto modo, confirmados por el patólogo alemán Rudolf VIRCHOW (n. 13-X-1821 - m. 5-IX-1902) profesor en la Universidad de Berlín desde el año 1856.

Los estudios de SCHMERLING —desde el punto de vista antropológico— fueron revisados por BUCKLAND y Charles LYELL, y tratados más extensamente por E. DUPONT en su obra *Les temps antéhistoriques en Belgique*, **1871**.

Hay quienes consideran al ecléctico VIRCHOW como el fundador, en **1895**, de la paleopatología, por su obra de síntesis en patología general, y también por sus estudios antropológicos. Pero, según bien recalca MOODIE, la real fundación de esta disciplina científica se debe al médico y antropólogo Marc Armand RUFFER, nacido en Lyon el año **1859**, y muerto en el mar en **1917** (ver F. H. GARRISON, *Annals of Medical History*, vol. I, pág. 218-220), que ha contribuido magistralmente al desenvolvimiento de las técnicas para el estudio histopatológico de las momias, a pesar de que la paleopatología de Egipto fue estudiada primeramente por FOUQUER el año **1889**. La actividad específica de RUFFER abarca el período comprendido desde el año **1909** hasta el de su muerte. SARTON, con referencia a un trabajo de MOODIE, en un comentario al respecto, afirma textualmente: "...it should be noted, however, that Sir Armand's activity was largely inspired by the investigations of G. Elliot SMITH (1906-1917) and Wood JONES (1908-1910)" (ver *Isis*, p. 107-112, vol. VI,

1924). Este investigador trabajó con técnicas que han permitido diagnosticar, con gran margen de seguridad, alteraciones morbosas, y además, confirmar y/o ampliar las mismas con exámenes microscópicos en los restos momificados del milenario Egipto. De esta manera se comprobaron lesiones arterioscleróticas en momias de la XXI dinastía (alrededor de 1000 años a. C.), y en otros ejemplares de la misma época o más antiguas (1200 a 1090 años a. C.), huevos calcificados de *Bilharzia haematobia* o *Schistosomum haematobium* (Bilharz, 1852) sinonimia: *Distoma haematobium* Bilh. o *Distoma capense* (Harley, 1864), en los riñones. Sabemos que los *trematodos*, tanto los ecto como los endoparásitos, constituyen un orden dentro de la *Clase de Platemintos*, encontrándose en el grupo endoparásito el género *Schistosomum* o *Bilharzia*, que comprende especies muy peligrosas para el hombre, como la ya citada, muy frecuente en Egipto superior e inferior, Abisinia, Sudán, Mozambique, etcétera. RUFFER supuso que la rareza de esta *Bilharziosis vesical* —la que en la actualidad, desde el punto de vista parasitológico y clínico, está bien caracterizada (1)— se debía a que el *Ibis* se alimenta de pequeños moluscos, los cuales albergan las larvas del susodicho parásito patógeno. Agregaremos que la primera descripción de corpúsculos sanguíneos fosilizados en un hueso de *Iguanodon bernissartensis* fue debida a A. L. L. SEITZ, el año 1907; y ya en 1904, FRIEDENTHAL descubrió sangre roja en el cuerpo de un mamut siberiano. La reacción de precipitina de dicha sangre es similar a la de un elefante moderno.

C. D. WALCOTT, el año 1914, en el Algonkiano (*Precámbrico*), rocas de Montana Central, descubre bacterias fósiles pertenecientes al género *Micrococcus*. Sin embargo, no es la primera bacteria fósil descripta, pues son bien conocidos los estudios sobre el *Bacillus amylobacter* por el botánico Philippe León VAN TIEGHEM (n. 19-IV-1839 - m. 21-IV-1914), profesor en el Museo de París (ver VAN TIEGHEM, *Bull. Soc. Bot. de France*, XXIV, 128, 1877, y XXVI, 25, 1879; *C. R. Ac. Sci.*, LXXXVIII, 205, 1879). El año 1879, describió el bacilo en el carbón de piedra de Saint Etienne. En 1895 y 1900, Bernard RENAULT publicó impor-

(1) La sintomatología de esta enfermedad consiste en:

- a) Aparición de sangre en la orina;
- b) Inflamación de la vejiga;
- c) Los huevos del parásito se calcifican, y sirven de núcleo a cálculos en la pared de la vejiga;
- d) La infección llega a los uréteres, riñones, intestino grueso y recto.

Este parásito vive en la vena *porta* y sus ramas, en las venas *vesicales* y las de la porción inferior del abdomen.

tantes trabajos sobre las llamadas bacterias fósiles (en el suelo del Devónico y Pérmico Americano, en Coprolitos, etc.).

Retomando los datos egiptológicos, recordaremos que el Gobierno egipcio, el año **1907** proyectó y llevó a cabo una expedición arqueológica en la Región de Nubia, la cual consecutivamente a la erección del dique de Asuán fue inundada. En continuación a la paulatina desaparición material de los tesoros forjados en la piedra, este último año se creó un "Comité Internacional de Asesoramiento", por sugerencia del *Departamento de Antigüedades de El Cairo* y de la UNESCO, para la exploración y el rescate, en todo lo posible, de las "existencias" distribuidas a lo largo del río Nilo (6.500 km.), por el desierto de Nubia, desde las altas montañas de Etiopía hasta el Sudán. Ya que "ahora también", como réplica al año 1907, la futura gran represa de Asuán —en construcción— tardará diez años en ser llenada por el Nilo y rebasar hacia el desierto; pero irremediablemente inundará todo hasta una altura de más de 180 metros.

Las investigaciones antropológicas y paleopatológicas de la exploración egiptológica del año 1907, fueron encomendadas principalmente, entre otros, a G. Elliot SMITH y J. Wood JONES. El año **1908**, el primero de los nombrados encontró la momia de una mujer muerta pocos días después de haber sufrido la fractura del antebrazo; y se la habían tratado —según constaba— con un aparato de inmovilización compuesto por férulas de madera fijadas con vendas.

E. SMITH y A. RUFFER han descrito un genuino caso de *mal de Pott* en una momia de la vigesimoprimerá dinastía (alrededor de 1000 años a. C.), en un trabajo fechado en **1910**.

Las pruebas que atestiguan la existencia del cáncer en los principios de las civilizaciones antiguas, se encuentran en las Pirámides, en los Papiros de Ebers (1.500 años a. C.), en los Papiros quirúrgicos de Edwin SMITH, sobre los tumores de mama, diferenciados de la *mastitis piógena* y de los *abscesos* de ese mismo órgano, en los relatos hindúes, en las tumbas etruscas, en las momias y esqueletos peruanos y en las tablas cuneiformes de la Biblioteca de Nínive. Por tales motivos, E. SMITH y Warren DAWSON, en su libro *Momias egipcias* (1924), citan un voluminoso *Osteosarcoma* de fémur y dos casos de *Sarcoma* de la cabeza del húmero, encontrados en el cementerio de las Pirámides de Gizeh. En uno, la perforación de los huesos en la base del cráneo sugería la evolución de un *tumor nasofaríngeo*, y en el otro, la inclusión del sacro suponía la implantación de un *cáncer masivo del recto*. Además, en el tratado sobre *La fauna momificada del antiguo Egipto*, de LORTET y



GAILLARD (1908), PONCET describe un *Sarcoma del periosto del radio y del cúbito derecho*, observado en un babuino doméstico (*Papio anubis*) momificado. Por otro lado, en base a los exámenes histológicos efectuados por A. RUFFER, se demostró la existencia de *espondilitis deformante*; *nódulos de Bouchard*; *bazo febril*; *cálculos biliares*; *calcificación y arteroma* de las arterias en numerosas momias, y en una de ellas, perteneciente a la vigésima dinastía, se constató una erupción semejante a la viruela. También la *poliomielitis* se halla representada en una estela de la decimoctava dinastía. H. C. SLOMANN, de Copenhague, en 1927 describe tres diferentes casos de enfermedad, representados en monumentos conservados en la *Carlsberg Glyptothek de Copenhague*, encontrándose dos casos de *parálisis infantil*, un caso de *luxación de caderas* y casos de *mal de Pott*. En muchísimas estatuas egipcias de esas lejanas épocas, elaboradas en barro barnizado, o también en bronce, y que representan a los dioses *Bes* y *Pthah*, se comprueban casos de *acrodropsia*, según los trabajos de CHARCOT, 1889. Genéricamente, en las revisiones de momias egipcias de los períodos comprendidos desde el *Predinástico* al *Bizantino*, muestran la existencia de *sífilis* (?), *cáncer*, afecciones *óseas*, *nutricionales* y *raquitismo*, etcétera. La *arthritis reumatoidea* era la enfermedad de los huesos —por excelencia— en Nubia. Las caries y la gota fueron intensificándose más y más en el Nuevo Imperio, pues en el *Período Predinástico*, de acuerdo con los especímenes estudiados, eran sanos. En la primera dentición de los niños en este período no se constatan caries en la mayoría; pero en algunos casos que las hay, se las encuentra asociadas a la formación de abscesos que sobresalen de los alvéolos. Se han encontrado evidencias de la apófisis mastoides; adherencias apendiculares y pleuríticas; fusión del atlas al occipital, a consecuencia de una *espondilitis deformante*; necrosis óseas y de los huesos del cráneo femenino, a consecuencia de llevar jarros de líquidos en la cabeza, y se comprobaron numerosísimas heridas craneales de diverso tipo.

Siguiendo la compilación de GARRISON (1917), diremos que de todas las fracturas, las del cráneo y las del antebrazo, especialmente cerca de la muñeca, eran las más corrientes; y esto se debió, probablemente, al querer defenderse de los golpes con el Naboot.

Las fracturas del fémur eran frecuentes. Pocas se observaban en la porción inferior a la articulación de la rodilla, y prácticamente ninguna en la rótula, así como también resultaban raras las fracturas de las manos.

W. MAX MULLER estudió las pinturas grabadas en los pilares de la puerta de una tumba en el cementerio cercano a Menphis, siendo estas pinturas, las más antiguas que se conocen en lo que a la representación de operaciones quirúrgicas respecta, pues datan a más de 2.500 años antes de J. C.

Uno de los hechos más interesantes de estos descubrimientos en el terreno de la paleopatología, es el de que la *artritis deformante* o *gota reumática*, un hallazgo muy frecuente en las momias egipcias, es idéntica a la "gota de las cuevas" (*Höhhengicht*), que R. VIRCHOW encontró en los huesos del hombre y de los osos prehistóricos, y que, además, es muy común en los esqueletos de los habitantes de los bosques de la Germania primitiva.

En la necrópolis prehistórica de Rodas se encontró un cráneo femenino joven, ulcerado con perforación ósea. LORET la supuso una afección luética; pero no se le aceptó la hipótesis. Lo que sin lugar a dudas, sí se halló, son lesiones tuberculosas en las vértebras y en algunas zonas geográficas, con tanta frecuencia en casi todos los ejemplares, que hacen pensar si efectivamente no se trataría de tumbas pertenecientes a sanatorios de la época, o si no, a cementerios para enfermos.

Otro de los capítulos de la paleopatología que aporta información de interés y problemas no bien resueltos todavía, es el de la trepanación craneana, tanto entre los hombres del neolítico europeo como en el americano; es decir, la trepanación peruana.

Dicha operación "quirúrgica" se efectuaba por *raspado*, *aserrado*, *tala-drado* o *cortes*. Particularmente las dos primeras formas son las que más se aplicaban; y tanto una como otra se las empleaba para las "operaciones *in vivo*".

Las perforaciones craneanas realizadas en los vivos eran de reducidas dimensiones, mientras que en los muertos era todo lo contrario, como lo atestigua un cráneo originario de la Gruta o Caverna del Hombre-Muerto de Lozère, cuya herida ocupa gran parte de la región tempoparietal hasta el límite frontal. Se utilizaba un instrumento llamado TUMI o TAU, fabricado con sílex, cuarzo, y más tarde (2500 a. C.), de cobre.

Las susodichas perforaciones se practicaban en el *parietal derecho*, a un centímetro de la *sutura sagital*, aunque también se trepanaban los huesos *frontales* y *occipitales*. La mayoría de los cráneos hallados presentan una sola trepanación; pero en algunos —los menos— se constataron hasta cuatro y cinco, al parecer con resultados satisfactorios. En tiempos posteriores, para evitar la ruptura del cerebro, durante y después

del acto operatorio, se utilizaba una calabaza, una concha o una chapa de plata forjada.

Los ejecutores prehistóricos realizaban estas arriesgadas intervenciones con gran habilidad y rapidez. De acuerdo con las investigaciones de P. BROCA y CAPITAN —que las efectuaron con instrumentos de sílex a la usanza primitiva en perros vivos: uno por medio del *raspado*, y el otro por el *aserrado*, con bonísimos resultados—, sabemos que es factible.

CROUMP y PARKINSON se ocuparon muy especialmente de la trepanación en los pueblos actuales del Pacífico, en los que se practica este tipo de intervención craneana con el fin de curar distintas enfermedades con trastornos dolorosos. Pablo BROCA —ilustre antropólogo y cirujano del Hospital Necker, nacido el año **1824** y muerto en **1880**— considera, al igual que otros colegas, que “en la época neolítica se practicaba una operación quirúrgica consistente en la apertura del cráneo, con el fin de curar ciertas afecciones”. Esta conclusión se encuentra dentro de otras deducciones probables sobre la cuestión.

Julio C. TELLO, en **1912**, estudió 10.000 cráneos y momias de la región de Yauyos, en Perú, resultando 200 de ellos con signos de trepanación. El citado autor atribuye a estas trepanaciones un fin terapéutico, y las considera motivadas por cuatro grupos fundamentales de lesiones patológicas:

- I) Fracturas del cráneo, hundidas y radiadas;
- II) Heridas con denudación del hueso, seguidas o no de proceso inflamatorio;
- III) Periostitis u osteoperiostitis circumscriptas o extensas, infecciones traumáticas;
- IV) Lesiones del hueso (sífilis?).

Sobre estos problemas, MACCURDY en 1915 realizó estudios, dándonos la pauta de pensar con fundamento en determinados procesos tumorales e infecciosos en la región cerebral, que se pretendía aliviar o curar definitivamente. Los estudios sobre el instrumental empleado y forma de utilizarlo se deben a CHAMPIONIÈRE, Wilson PARRIS, BELLO, MOODIE, NORDENSKIOLD, BAESSLER, C. Morales MACEDO (1916), D. J. WOLFEL (1925), y PARRY, que se ocupó de manera especial de la técnica de trepanación.

Con respecto a la constatación de los datos, diremos que la trepanación prehistórica fue señalada ya por J. CUVIER (1769-1832), quien

observó un cráneo perforado en Nogent-les-Vierges, y el cual se conserva en el Museo de Historia Natural de París.

F. G. SQUIER, el año **1865**, visitó el CUZCO, y obtuvo un cráneo trepanado que le llamó la atención, haciéndolo revisar en Estados Unidos por MYMAN y NOTT, y en Francia, por el cirujano A. NELATON (1807-1873) y también por P. BROCA. Sin embargo, este hecho tan importante no fue realmente reconocido y aceptado en su totalidad, hasta que PRUNIÈRES realizara sus hallazgos y los comunicara académicamente. El año **1868**, en un dolmen de Lozère encontró una *calota craneana*, y en la Caverna "L'Homme Mort" encontró en **1872** otro cráneo trepanado, presentándolos a los Congresos de Lyon en **1873**, y en el de París, el año **1874**, llamando la atención de los especialistas. El año **1884** sumaban 167 cráneos en las referidas condiciones.

P. BROCA hizo otros hallazgos, que presentó al Congreso de Budapest en **1876**, y llamó la atención sobre dos casos patológicos muy interesantes, observados en osamentas provenientes del Dolmen de L'Aumède (Lozère). Uno presenta una fractura de la extremidad inferior de los huesos de la pierna. Clínicamente es una herida delicada, que demanda un tratamiento largo y bien hecho. La cura es a menudo imperfecta. El otro caso, por el contrario, exige nada más que cuidados, pues corresponde a una anquilosis de la articulación tibio-tarsiana consecutiva a un antiguo tumor. Quedando el paciente inmovilizado durante algunos meses, la curación es completa. En estos dos casos de Broca, se constató que el tratamiento fue bien establecido.

G. de MORTILLET estudió un cráneo de mujer que recibió una herida grave en la parte frontal izquierda, proveniente de la Gruta de Cro-Magnon, en Tayac (Dardogne).

En las Grutas del Marne, DE BAYE halló restos de cráneos perforados, y un cráneo que se conoce sufrió la trepanación post-mortem.

Ed. TARTARIN descubrió en las sepulturas de Vienne, en la caverna natural de Tertre-à-Guérin (Seine-et-Marne), en las grutas artificiales de L'Eure, de Deux-Sèvres, de la Charente, de L'Oise, cráneos trepanados. El año **1879**, R. VIRCHOW estudió en Alemania un cráneo trepanado en la región parietal derecha, con signos característicos de tejido óseo cicatricial, hallado en una tumba neolítica.

PARROT descubrió en **1881**, un cráneo intervenido, en un sepulcro neolítico de Monteaux (Marne), y al año siguiente, SOSICHEN encuentra otro ejemplar en el túmulo de Lisières, estudiado por MORTILLET.

En **1883**, CARTHAILHAC presenta un cráneo prehistórico con dos perforaciones.

En 1887, TOPINARD, que fue discípulo de BROCA, presenta otro cráneo semejante, con una trepanación en vivo y otra post-mortem, provenientes de las cavernas sepulcrales de Feihnauz (Oise).

Hasta ahora hemos citado especímenes europeos, en su mayoría. En lo que a la trepanación en el Perú respecta, en base a los estudios efectuados por el antropólogo Pablo MANTEGAZZA (1866); MUÑIZ y MACGEE (1897), que admite como motivo probable de la operación, la fractura y la periostitis de orígenes diversos; LEHMAN-NITSCHKE (1899) y el neurocirujano argentino Manuel BALADO (1930), D. E. LAVORERIA (1901), Luis PESCE y SERGI (1909), etc., han impulsado el estudio intensivo de la paleopatología en estas regiones de Sudamérica.

Científicos como HERDLICKA, MOODIE, MACCURDY, STEWART, STONE, MASON, WILLIAMS, ROGERS, SHAPIRO, COSGROVE, SMITH, HINSDALE, GREENMAN, WYMAN, BOYD, HOOTON, DENNINGER, RITCHIE, COOK, YOUNGKEN y YANOVSKY, han investigado la paleopatología y la Medicina aborígen primitiva y actual de Norteamérica, América Central y particularmente del Perú. Así se han realizado estudios sobre cauterización; amputaciones simples, en especial la de los dedos; prótesis de madera, inmovilización de fracturas y reducción de luxaciones, y enfermedades infecto-contagiosas, en los hombres prehistóricos y razas aborígenes americanas.

HERDLICKA, en sus escritos, al referirse al estado físico de los indígenas prehistóricos, afirma la rareza de la frecuencia de cáncer. Pero los *Osteomas*, especialmente los del *meato auditivo externo*, eran muy frecuentes entre los antiguos peruanos. Además, MACCURDY (1923) presenta un caso de *Osteosarcoma craneal* en un hombre prehistórico del Perú.

C. WILLIAMS y HOOTON han hecho notar la existencia de *Osteomalacia*, (2) en cráneos peruanos, y la *Osteoporosis Craneal Simétrica*, así como también la *Cribra Orbitalia*, en antiguos cráneos peruanos y mayas, y en forma esporádica en cráneos de indios de Norteamérica (1929).

La *Osteoporosis* (3) se descubrió en un 3,27 % de los cráneos adultos en Pecos.

(2) La *Osteomalacia* es un reblandecimiento de los huesos, debida a deficiencia de Ca y/o vitamina D. En esta enfermedad existe una insuficiente formación de matriz en presencia de calcificación normal del tejido osteoide.

(3) La *Osteoporosis* —según ALBRIGHT (1948), corresponde a porosidad del hueso— es una enfermedad debida a la deficiencia de Ca, P y vitaminas C y D, y se asemeja al raquitismo, escorbuto o anemia hemolítica. Existe una inadecuada formación ósea, por falta de matriz. (COOKE, A. M., *Lancet*, april 30, 1955, página 877; MATEOS REAL, J., *Rev. Clínica Esp.*, 1, 59, 1955, y 8, 59, 1955.)

La *Osteomielitis* y las *Deformaciones artríticas*, particularmente de la espina dorsal y caderas, eran comunes, al igual que las afecciones dentales.

DENNINGER (1931) comprobó *Osteitis fibrosa* (Osteofibrosis) en los fémures izquierdo y derecho, de un adulto prehistórico exhumado de un cementerio de Illinois.

RITCHIE cita el descubrimiento de placas de *Arteriosclerosis*, y también un caso de *Mieloma múltiple* (encontrados en un cerro de los alrededores de Nueva York).

En esta verdadera maraña de comprobaciones, datos y opiniones, que hemos esbozado en forma muy genérica, uno de los problemas —quizá el más intrincado— es el del origen de la sífilis. Esta enfermedad, tanto desde el punto de vista prehistórico como histórico, ha dado pie a numerosas investigaciones y apasionadas polémicas. WILLIAMS identifica en las estatuas de barro peruanas (Huacos) la posible existencia de *lepra, lupus, verruga peruana, gundu, uta y la sífilis* (?).

Hay autores que señalan al *uta* del antiguo Perú como parecido al *lupus*, y citan a CLAVÍGERO, cuando afirma que en Méjico, durante la *Conquista*, los habitantes padecían fiebres intermitentes, espasmos, tisis y vómitos negros.

Los primitivos peruanos sufrían de *Fiebre de Oroya* o *Verruga peruana*, y también una afección llamada *GOUNDU* o *GUNDU*, que provocaba hinchazón en la base de la nariz.

Uno de los documentos más prometedores en la defensa de la tesis del origen prehistórico de la sífilis, es el antiguo cráneo de Paracas (Perú), según TELLO y WILLIAMS (1930), estipulando este último investigador que: “el diagnóstico de la sífilis en los cráneos es tan seguro como es posible hacerlo en huesos secos, sin historia clínica”.

Cierto que no se puede resolver esta cuestión basándose únicamente en material esquelético fosilizado; pero tampoco puede negarse categóricamente la existencia de sífilis prehistórica. Además, si se han comprobado otras enfermedades en especies provenientes de la era secundaria, como así también en ejemplares humanos antiquísimos (neolítico), ¿por qué la sífilis, y solamente ella, debe ser la excepción?

JEANSELME, 1931, pregunta: “Des fouilles effectuées dans l'ancien et le nouveau Continent, est-il possible de tirer un argument pour ou contre l'antiquité de la syphilis?”

Lo terminante hasta ahora es que no se ha podido establecer rigurosamente la existencia de “rastros sifilíticos” en los huesos humanos prehistóricos. Por estas razones, y refiriéndose a la epidemia europea



después del retorno de las Carabelas de Colón, muchos afirmaron y afirman que no es sino, nada más y nada menos, que el reverdecer de una viejísima plaga, después de un sueño de siglos y siglos.

Los estudios históricos nos dicen que en un texto babilónico escrito en caracteres cuneiformes, el héroe —víctima de la diosa del amor, denominada *Istar*— se encuentra alopécico y cubierto de pústulas y costras escamosas.

Las pápulas anales y la úlcera de Egipto a que se refiere Moisés en el Deuteronomio, y la enfermedad de Job, según ciertos estudiosos, sería la sífilis.

Los historiadores chinos aceptan que **2640** años a. C., el emperador *Hoang-ty* describe esta enfermedad en el hombre y en la mujer; pero es necesario ser muy parco en la aceptación de este dato.

HIPÓCRATES (460-377 a. C.) habló de las “ulceraciones de la boca y de las mortificaciones de los miembros”.

C. GALENO (131-200), DIOSCÓRIDES (100), ARETEO (200), y también el médico ORIBASIO, en su *Hebdomocontablibion* (70 libros), citan las fisuras y condilomas de origen genital.

*Pablo de Egina* alude al “*morbus indecens*”, que los árabes llamaron *Korah* o “fuego persa”, y al que los médicos hindúes curaban con cinabrio.

Finalmente, el Abate Odo, del Monasterio de Cluny, en Borgoña (876-942), en su poema *Ocupatio* nos habla de la peste venérea, que deja cicatrices lisas y brillantes. El término español BUBA, podría en cierto modo, a criterio de ciertos autores, significar la enfermedad que comentamos (IIIe. Cong. des Americanistes, Madrid, 1881).

No fue sino en el siglo xv cuando se le dio un nombre específico y definitivo; y esto lo hizo el veronés Girólamo FRACASTORO (1484-1553), en su obra *Shyphilis Sive Morbus Gallicus*, Venecia, **1530**, en la cual describe la enfermedad en forma de poema, suponiendo atacado de la misma a un pastor llamado *Shyphilus*.

En las lenguas antiguas de América se encuentran términos que podrían significar este tipo de afección, y la concepción indígena remonta su origen a uno de sus dioses: *Nanáhuatl*. En los relatos conocidos, parece que los mayas conocían las enfermedades venéreas, y utilizaban para su curación la corteza del árbol *Guayacán*, originario de Nicaragua (Brühl, 1880).

En julio del año **1911**, P. RAYMOND remitió a GANGOLPHE un “cúbito y un húmero”, para su diagnóstico patológico. Estas piezas provenían de las cavernas del Marne, y fueron exhumados por DE BAYE, y depositados en el Museo de Saint-Germain. Dicho histólogo estimó el ras-

tro de una lesión "osteomielítica infecciosa gomosa terciaria", u "osteomielitis infecciosa o tuberculosa", u "osteomielitis gomosa difusa". LANNELONGUE admitió el origen sífilítico de las lesiones. Las publicaciones que se efectuaron posteriormente, dieron lugar a una revisión e intensificación de las investigaciones (Vorberg, 1924).

En general, los antecedentes sobre restos fósiles humanos, presuntamente con "lesiones de origen luético", se remontan a los años **1864-65**. Se suceden los casos, como el de BALLAERT, CARTER, BLAKE, ROLLET, en **1872**, sobre esqueletos extraídos por el Abate DUCROST en Salutré (Saône-Loire); J. LE BARON, en **1881**, con fragmentos de tibias, provenientes del dolmen de Léry (Eure) que J. PARROT estudió (Soc. d'Anthrop. de París, 21 juin, **1881**; 19 avril, **1883**; 18 janv., **1894**).

J. PARROT expuso sus primeras informaciones sobre sífilis prehistórica en **1877**, en el Hôpital des Enfants-Assistés, después en la Sociedad de Antropología de París y también en el Congrès du Havre, y el año **1882** resume todos sus trabajos en la *Revue Scientifique*.

Las búsquedas de R. VIRCHOW, TILLEMANN, LEHMANN-NITSCHKE, Iván BLOCH y GRIFFITH, son negativas.

Arnold SACH (Heidelberg) examinó 30.000 momias de más de 4.000 años, y no constató lesión alguna que a su criterio se pudiera imputar a la sífilis.

En los casos en que se admite un origen luético a la lesión ósea, L. WOLFF (1894) critica la edad de los hallazgos.

J. JONES (U.S.A.) descubrió esqueletos prehistóricos patológicos (1876) en la zona de Cumberland, en el Golfo de México, a los cuales supuso afectados por la sífilis: "Several skeletons in these mounds have unmistakable marks of the ravages of syphilis".

R. VIRCHOW negó rotundamente la aseveración de JONES, y F. W. PUTNAM (1880) se mostró reservado. Pero, en cambio, Ed. KLEBS, el año **1896**, revisó los huesos encontrados por JONES en Stone Graves de Tennessee, y confirmó el diagnóstico luético. Por otro lado, conviene destacar que muchos de los cráneos provenientes de Tennessee, poseen trazas de inflamaciones viejas y rasgos marcados de excrecencias óseas que afectan las suturas parietales. En los huesos largos se constataron rastros de antiguas anquilosis.

DENNINGER diagnosticó "periostitis luética del adolescente", en huesos largos encontrados en cementerios de Illinois, y lesiones sífilíticas en huesos faciales de un cráneo proveniente de Arizona, que data del año 1000, aproximadamente.

El año **1895**, en la ciudad de Katsuhita (prov. de Shimofusa), cerca de Tokio, fueron exhumados una tibia y un peroné que presentaban alteraciones morbosas considerables. YAMAGIVA los consideró, luego de estudiarlos detenidamente, como de naturaleza sifilítica, y ADACHI, en **1901**, estimó que probaban la existencia de la enfermedad en el Japón en la edad de la piedra; pero YAGI (DOHI, 1923) puso en duda la edad de los restos hallados, mas no su diagnóstico. Estos especímenes forman parte de la colección antropológica de la Universidad de Tokio.

Interesante es destacar que P. BROCA, en un cráneo patagónico, constató una *Osteitis*, que es posible sea debida a una sífilis.

Para terminar sobre esta enfermedad, diremos que WILLIAMS reconoce la existencia innegable de sífilis prehistórica en los vestigios siguientes:

Tres cráneos originarios de Pecos; Cráneo y huesos largos de Paracas (Perú); Huesos largos del Valle Cañete (Perú); Huesos provenientes de las necrópolis de Ohio; Cráneo de un Azteca prehistórico, de Santiago Tlatelolco (México); Cráneo y huesos largos de dos personas, provenientes de los cerros de Alabama (U. S. A.); Cráneo y huesos largos de "Basket-Maker" de Arizona.

HOOTON identifica lesiones luéticas en tres individuos representados por restos de huesos largos. Cráneo proveniente de Río Negro (Argentina).

En general, los "restos lesionados" más antiguos pertenecen a la *Era Mesozoica* (Secundaria), que comprende los períodos o sistemas *Triásico*, *Jurásico* y *Cretácico*, abarcando un lapso entre 60 y 180 millones de años, aproximadamente. Dentro de estos restos se encuentra uno de los más antiguos tumores conocidos, perteneciente —al parecer— a un dinosaurio (Saurópodo): *Apatosaurus*, cuyos huesos fueron recogidos en el lecho de un río de Wyoming. Dicha tumoración se encuentra situada entre dos *vértebras caudales* que se fracturaron durante la vida del animal y se unieron sucesivamente al trauma, con la formación de una callosidad ósea. Según MOODIE, se trataría de un HEMANGIOMA —el más antiguo tumor óseo hasta ahora conocido—, en el cual la lesión tiene el aspecto de una excrecencia esponjosa circundando la superficie articular intervertebral, y comprometiendo los apéndices espinosos de las vértebras caudales. Pero si entendemos por "lesiones" también las fracturas sin un proceso patológico típico que las preceda, es decir, de tipo accidental, o sea una rotura por accidente, entonces dichos "restos lesionados" deben retroceder hasta la *Era Paleozoica*. Pues la más antigua fractura cono-

cida, es la del *radio izquierdo* de un reptil del Pérmico de Texas, el *Dimetrodón*. Detenidos y cuidadosos exámenes macro y microscópicos de tal fractura, han demostrado que similares lesiones afectaron a vertebrados del Mesozoico y del Cenozoico.

Debemos agregar que se han constatado casos de *Osteomielitis* (?) en el citado Pérmico. Se comprobaron necrosis óseas en dinosaurios, *Actinomicosis* en un rinoceronte fósil, *Osteomalacia* en un carnívoro del Eoceno (Era Terciaria); y de modo sistemático se hallaron en muchos vertebrados fósiles, *infecciones crónicas*, *caries* y *osteitis alveolar*. Tampoco se dejó de estudiar casos de *simbiosis* entre animales fósiles, como también el *parasitismo* de crinoideos en el Carbonífero.

Entre los especímenes que se conservan en el Museo de Historia Natural de la Universidad de Kansas (U.S.A.), encontramos: 1) Vértabras caudales de un dinosaurio (Saurópodo), con un callo, derivado probablemente de una Osteomielitis o de un proceso tumoral de tipo canceroso (?); 2) Vértabras de un esmilodonte del Pleistoceno de California, con *espondilitis deformante*.

No dejaremos pasar el hecho de haberse estudiado también el fenómeno de extinción de los animales fósiles. Al respecto, Sarton, comentando el Capítulo XI sobre la "Extinción de Especies", en la *Paleopathology* de R. L. MOODIE, resume el problema con las siguientes palabras: "Why do certain groups of animals—for example those gigantic amphibians of the Triassic, the Labyrinthodonta—disappear at a certain period, and not simply in one region but everywhere? A general discussion of this problem was published by H. F. OSBORN in 1906 (*American Naturalist*, vol. 40). Disease was certainly one of the factors of extinction. A good example is furnished by the pathology of the American Mastodon".

En vertebrados de la Argentina se han estudiado por autores extranjeros algunas afecciones. Citaremos la *necrosis de mandíbula* del *Rhyphodon lankesteri* Roth y la *espondilitis deformante* en *Thomashuleya* sp., según Simpson (1932), y la descripción en partes del esqueleto del *Smilodon neogaesus* (Lund) de Río Areco (prov. Bs. As.), de *espondilitis*, *artritis* y *osteomielitis*, según trabajo de Drexler y Zapfe (Museo de Wien, 1956), etc.

Como caso teratológico —entre otros— de interés en la casuística paleopatológica, anotaremos las dos observaciones —entre nosotros— efectuadas por Cayetano MARTOLINI (1917) en huesos de animales encontrados en la ciudad precolombina de Tilcara (Jujuy) por el arqueólogo Salvador DEBENEDETTI.

- I) Probable caso de Hiperdactilia en una llama (*Auchenia lama*);
- II) Anormalidades observadas en el desarrollo y forma de unos huesos de Cóndor (*Sarcoramphus gryphus*), por posible raquitismo.

Los datos reducidos de teratologías en especies prehistóricas y paleontológicas complementan, en parte, la enorme catalogación sobre teratogenia animal y humana desde el punto de vista proto-histórico e histórico propiamente dicho. (4) Aquí también se justifica la inclusión de la paleobotánica en los problemas de paleopatología, en lo que respecta especialmente a anormalidades y determinación de especies con posible acción o influencia patógena (hongos, musgos, bacterias, etc.). (5)

Retomando el hilo sobre la existencia de "tumores fósiles" —algunos mencionados—, con el fin de completar la visión de la enfermedad en el pasado geológico de nuestro planeta, agregaremos una serie de casos.

MOODIE describió otro tumor, de los tantos ya estudiados por él, un OSTEOMA de la vértebra dorsal de un saurio cretácico de Kansas: *Platecarpus*. Una sección hecha con una sierra a través de dicho tumor y las vértebras, puso en evidencia como la masa tumoral había crecido sobre la vértebra referida.

El año 1893, en una tumba etrusca de la ciudad de Tarquinia, junto a restos arqueológicos diversos, SAMBON halló un *Sarcoma* del *periosto* en la extremidad inferior de un fémur humano. En el Museo de San Diego se conserva una rica colección de especímenes óseos de esqueletos provenientes de sepulcros prehistóricos construídos a lo largo de la costa peruana. Dichos ejemplares poseen *Osteosarcomas* y otros tipos de tumores malignos. Entre todos se destaca —según MACCURDY, 1923— un tumor craneal externo, caracterizado por una masa esponjosa que cubre prácticamente las tres cuartas partes de la bóveda craneana. Los intersticios durante la vida del paciente habían sido ocupados por células malignas; y MOODIE quien más tarde lo examinó, interpretó esta neoformación como una HIPEROSTOSIS asociada a tumores de las meninges, cuestión tratada en su oportunidad por el gran cirujano norteamericano HARVEY CUSHING (1869-1939).

En una referencia posterior acerca de la medicina de los aborígenes americanos, MOODIE menciona otros dos casos de la misma procedencia,

(4) LA CAVA, A. F., *Quattro Mostruosità Fetale Inedite Osservate nei Secoli XV e XVI*, p. 15, Castalia (Milano), 1947-48.

NARDI, G. M., *Problemi di Embriologia Umana Antica e Medioevale* (G. C. Sansoni, Ed.), Firenze, 1938.

(5) Ver bibliografía sobre Teratología Animal y Vegetal, y Fitopatología.

un cráneo y un húmero, con vestigios evidentes de la susodicha afección maligna.

SAMBON examinó numerosas ofrendas votivas, muchas de las cuales indicaban tumores de mama (femenino). Un exvoto de mármol, procedente de Chipre, reproduce un *carcinoma fungoso*, ulcerado de mama, y otro de terracota, presumiblemente de Veio, representa a una anciana mujer padeciendo un *doble bocio adenomatoso*, o posiblemente puede también significar un *cáncer de tiroides*.

Uno de los medios de investigación de más valor, de manera de mantener intactas las piezas conservadas, se centraliza en la técnica radiográfica. En 1930, L. Pales y E. Guiard consideraron que la radiografía, al indicar la estructura interna de los huesos craneales, facilita la determinación del proceso de reparación, y fija la supervivencia, en el caso de las trepanaciones. Esto, lógicamente, bien puede generalizarse al estudio de todo el sistema óseo animal o humano fosilizado (Ryden, 1930; Drexler, 1956; Brailsford, 1947; Brasseur, 1947, etc.). Entre nosotros, en problemas de antropología prehistórica fue puesto en práctica por M. A. VIGNATI, en sus trabajos (ver Bibliografía).

No quiero finalizar estas consideraciones sin llamar la atención de los hombres de ciencia y de las autoridades nacionales, sobre las posibilidades potenciales que ofrecen a la investigación paleopatológica, las enormes y preciadas colecciones paleontológicas y antropológicas de nuestros Muesos de Ciencias Naturales. Uno de los primeros pasos en este sentido sería el efectuar una revisión paulatina, en un intento de catalogación de los especímenes, a fin de confeccionar un fichero de "piezas anormales y/o enfermas". Pero para esto es necesario facilitar a los paleontólogos y antropólogos, personal, comodidad, libertad de trabajo, remuneraciones dignas y estabilidad, y además, a las instituciones que los albergan dotarlas del material necesario, mantenerlas y actualizarlas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADACHI, B., 1901. "Syphilis in der Steinzeit in Japan." *Archiv. fur Derm. und Syphilis*, Bd. 64, Heft I.
- BOUVET, P., 1922. *Les lésions dentaires des hommes préhistoriques*, París.
- BALADO, M., 1930. "La trepanación en los pueblos salvajes." *La Semana Médica*, T. 37, N° 38.
- CASTIGLIONI, A., 1941. *Historia de la Medicina* (hasta pág. 63). Ed. Salvat.
- CIPRIANI, M., 1948. "Contributo allo studio etimologico del vocablo Sifilide." *Riv. di Storia delle Scienze Mediche e Naturali*, anno XXXIX, N° 1, pág. 21-37.



- DOHI, K., 1923. *Beitrag zur Geschichte der Syphilis*, pág. 8-12. Tokio.
- DOMÍNGUEZ, J. A., y R. PARDAL, 1936. "El instrumental quirúrgico y los tipos de trepanación del cráneo en el Perú precolombino." *Bol. de la Acad. de Medic. de Buenos Aires*.
- GANN, T., 1901. "Recent discoveries in Central America, proving the precolombian existence of syphilis in the New World." *The Lancet*.
- GANGOLPHE, 1912. "Syphilis osseuse préhistorique." *Mem. de l'Académie des Sc., Belles Lettres et Arts de Lyon*, T. XIII.
- GARRISON, F. H., 1917. *An introduction to the history of Medicine* (Sec. Ed.) (W. B. Saunders Company), Philadelphia and London.
- JEANSELME, E., 1931. "Histoire de la Syphilis." *Traité de la Syphilis*, T. I, pág. 10-24 (G. Doin et Cie.).
- KLEBS. "Paleopathology." *John Hopkins Hospital Bull.*, XXVIII, N° 318.
- LONG, E. R., 1928. *History of Pathology* (H. K. Lewis Co. Ltd.), London.
- MARTINOLI, C., 1917. "Huesos anormales de llama y de cóndor exhumados en el Pucará de Tilcara." *Physis*, T. III, N° 13, pág. 69-74.
- MOODIE, R. L., 1925. "La Paléopathologie au Pérou; Lésions crâniennes préhistoriques." *Biologie Médicale*, Paris.
- 1923. *Paleopathologie; An introduction to the study of ancient evidences of disease* (University Press), Urbana, Illinois.
- 1919. *The Surgical Clinics of Chicago*.
- 1917. "Studies in Paleopathology." *Annals of Medical History*, T. I.
- 1926. *Studies in Paleopathology* (Second Series): I) "A prehistoric surgical bandage from Peru." *Annals of Medical History*, 8, pág. 69-72. II) "Excess callus following fracture of the fore foot in a Cretaceous Dinosaur." III) "Spondylitis deformans in a Crocodile from the Pleistocene of Cuba." *Annals of Medical History*, 8, pág. 73-82.
- 1927. "Studies in Paleopathology", XX (Vertebral lesions in the Sabre-tooth, Pleistocene of California, resembling the so-called Myositis ossificans progressiva, compared with certain ossifications in the Dinosaurs). *Amer. Med. Hist.*, 9, New York.
- 1928. "The study of Paleopathology in France." *Annals of Medical History*, 10, pág. 86-89.
- 1928. "Studies in Paleopathology", XXII (Pyorrhea in a Pleistocene wolf). *Annals of Medical History*, 10, pág. 199-201.
- 1928. "The Paleopathology of Patagonia." *Annals of Medical History*, 10, pág. 314-315.
- 1929. "Studies in Paleopathology", XXII (Surgery in Pre-Colombian Peru). *Annals of Medical History*, 1, pág. 698-728.
- 1930. "Studies in Paleopathology", XXV (Hypertrophy in the sacrum of the Sabre-tooth, Pleistocene of Southern California). *The Amer. Journ. of Surgery*, N. S. 8, New York.
- MILLER, M., 1906. *Egyptological researches*. Carnegie Institution, Washington.
- PALES, L., 1930. *Paleopathologie et Pathologie comparative*. Paris.
- PARDAL, R., 1935. "Trepanación del cráneo entre los incas." *Archivos Argentinos de Neurología*, N° 5-6, T. XIII.

- RUFFER, A., 1911. *Histological studies on Egyptian mummies*. Cairo. Journal Path. and Bact., XV, pág. 1-453, London, 1910-1911. Journal Path. and Bact., XVI, pág. 439, London, 1911-1912. Journal Path. and Bact., XVIII, pág. 149, London, 1913-1914.
- 1914. "Pathological notes on the royal mummies of the Cairo Museum." *Mittheilungen*, vol. XIII, pág. 233 y sigs.
- 1913. "Studies in the Paleopathologie of Egypt." *Journal of Pathology and Bacteriology*, vol. XVIII, pág. 149-162.
- 1921. *Studies in the Paleopathology of Egypt*. Chicago.
- SMITH, E., y M. A. RUFFER, 1910. *Pott'sche Krankheit an Einer Aegyptischen Mumie*. Giessen.
- 1908. "The most ancient splints." *Med. Journ.*, pág. 732.
- SIMPSON, G. G., 1932. "The most ancient evidences of diseases among South American mammals." *Am. Mus. Novitates*, N° 543, june 20, pág. 1-4.
- SLOMANN, H. C., 1927. "Contribution à la Paléopathologie Égyptienne." *Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, Séance du 7 avril. (Ver O. HAMBURGER, *Bull. de la Soc. Fr. d'Hist. de la Méd.*, 1911, y también en *Janus*, 1914.)
- WILLIAMS, H. U., 1929. "Human Paleopathology, with some original observations on Symmetrical Osteoporosis of the skull." *Arch. of Path.*, pág. 839-902. (Ver *Isis*, "Reviewed by SUDHOFF, *Mittheilungen zu Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften*", 29-30, 1930.)

# *La paleontología de vertebrados en la Argentina.*

## *Retrospección y prospectiva*

Por OSVALDO A. REIG \*

*Abstract* (68).

I. — *Introducción* (70).

II. — *Rasgos fundamentales del desarrollo de los estudios sobre vertebrados fósiles en la Argentina* (73).

- 1) Período pre-ameghiniano (73).
- 2) Período ameghiniano (76).
- 3) Período post-ameghiniano (84).
- 4) Período actual (95).

III. — *Algunos aspectos de la prospectiva del estudio de los vertebrados fósiles argentinos* (103).

- 1) Breve consideración sobre la situación del Conocimiento del Registro Documental de los vertebrados fósiles argentinos, y sobre las tareas más urgentes de su completación y desarrollo (104).
- 2) Los objetivos de la investigación en la paleontología de vertebrados, y discusión de su individualidad como campo del conocimiento científico (108).
- 3) Las etapas de la investigación científica en el estudio de los vertebrados, y algunas modalidades necesarias para su cumplimentación (112).

IV. — *Algunas cuestiones generales para la organización de nuestro trabajo* (120).

- 1) Ubicación, dentro de la organización de las instituciones, de los centros de actividad en paleontología de vertebrados (120).
- 2) Formación de nuevos investigadores (123).
- 3) Formación de equipos de trabajo (125).

(\*) Profesor titular de Zoología de Vertebrados, Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

**ABSTRACT:** *Vertebrate Paleontology in Argentina: A retrospective view and a prospective.* — In recent years the situation of Vertebrate Paleontology in Argentina has varied notably; the wide range of prospects it now offers, and the complexity and vastness of the task to accomplish, impose careful planning of its objectives, revision of its modalities and of the criteria with which it is practised, in order to solve practical problems.

The author makes a retrospective balance of the history of this field in Argentina. He places the successive landmarks of this history in four large periods, namely: pre-ameghinian, ameghinian, post-ameghinian and present. Each is characterised, and the work of most of the authors analysed; in each the development of institutions is covered, as well as the national and foreign expeditions, the significance of the contribution of foreign workers; the modality and theoretical and methodological viewpoints which were impressed to each of them. The Ameghinian contribution as a fundamental nucleus —factic, methodologic and conceptual— to Vertebrate Paleontology in Argentina is duly emphasized and characterized as follows: enormous amount of new factual discoveries, linked with the invention of different-level hypothesis and theories to make account of the new data (overcoming mere empirism and solely descriptive attitude); adequate comparative-anatomical background; underestimation of the links with neontological work; placing of Paleontology among the biological sciences; preponderance of the study of fossil mammals; biochronology and systematics focused as an united aim in the study of fossils; taxonomic procedures defective, by undervaluation of infra-taxa variation. This foundation was enriched in the subsequent period, both qualitative and quantitatively, by the work of Lucas Kraglievich, Angel Cabrera, Carlos Rusconi, Alfredo Castellanos among the local investigators, and William B. Scott, George Gaylord Simpson and others, among the foreign ones. An intense revision work is performed, with a revaluation of facts, task to which the more general and speculative aspects were subordinated; new systematic criteria were introduced; progress is made in the study of reptiles, birds and fishes; the correlation of our Cenozoic biogeochronological sequence is adjusted with greater precision; the antinomy between paleontological and neontological thematic is somewhat superseded in the study of vertebrates. New research centers are created in different parts of the country. At this height an evaluation is made of the significance of foreign activity in the development of this discipline, and sectarianism with regards to Ameghino, leading to the formation of proameghinian and antiameghinian groups which did not allow an integration of workers in the field.

The most important features of the present period are the massive rise of new workers in different parts of the country, the creation of the Argentine Paleontological Society, more favourable conditions for financing collecting trips, a methodological and conceptual superation of papers, an urge to planify field work, new and sensational discoveries, etcetera. All this has set new conditions focusing the possibilities of Argentina to deal with evolutionary problems in Vertebrates, and turning obsolete some older interpretations.

The next portion of the paper is devoted to the data obtained on the evolution of Vertebrates in Argentina, and some tasks are proposed that appear to have some priority such as field and Laboratory investigations tending to complete the record of Argentine fossil Vertebrates. It is purported that the most urgent task is to complete

the biogeochronological record, which must be carried out together with a revision of faunas and of systematic groups. The following aims are indicated: 1) an increase in the collections and revision of faunas of Mammals from different ages; 2) intense collecting work and study of the faunas of the Triassic and Jurassic from the Cordillera and Patagonia; 3) accurate exploratory work of the Chubut formation and in the widely distributed outcrops of Cretaceous age in the Northwestern provinces; 4) completion of the advanced revision of Neocenoic faunas of the province of Buenos Aires; 5) efforts to train specialists in paleoichthyology. Another urgent task is the training of technicians for development tasks (preparators).

The author later analyses the aims of research in vertebrate paleontology, pointing out that these are the general aims of biology, though somewhat restricted to a defined type of organization of the organic world, the Vertebrates, and to a particular kind of evidence, *i. e.* the fossils. He indicates that the research on fossils does not differ from the objectives of living vertebrates' study, the only difference being in the nature of the materials allowing some types of approaches and forbidding others. Separation of Vertebrate zoology and paleontology is only for practical purposes. Is it merely a matter of techniques that differentiate the work of a zoologist and paleontologist, but not the methods. Furthermore, those techniques differs mostly in the first stage of their work, namely, the procurement, development and description of materials. This difference does not have any meaning when facts are interpreted.

An analysis of the different stages of research on the field of Vertebrates is then expounded; these are: 1) Obtention, order and description and presentation of facts; 2) Immediate interpretation of those facts, in a defined phylogenetic or taxonomic scheme, into first or second level hypothesis; 3) Further elaboration of interpretation-confrontation with general theories or higher level hypothesis explaining, for instance, general features of the evolutive process; 4) Incorporation of body of knowledge obtained in previous steps towards the investigation of epistemological problems, or to more general scientific questions. A consideration is made of the need for well grounded scientific methods for the formulation of hypothesis on phylogenetic and paleocorological problems in Vertebrates, pointing out that Ameghino's on the origin of Mammals in Patagonia and the opposite stand of the Matthewan school —through Simpson and others— on the origin of our faunas from holartic stocks, may be considered an evidence of methodological vicied inferential attitude, similar to the Greek "to save the phenomenon".

Some practical problems are also considered, such as the problem of training of new specialists, team work and adequate organization and dependence of centers of paleontological activity in Vertebrates; new workers should have an authentic scholarly background at universities, developing curricula with well elaborated plans and under the guidance of experimented workers. Team work is greatly emphasized, pointing out that this does not mean a mere division of labour, but an overall attack of the same subject from different viewpoints, under expert guidance.

## I. — INTRODUCCIÓN

Entre las disciplinas cuyo cultivo ha merecido mayor atención en el ámbito de las ciencias naturales argentinas, la paleontología de los vertebrados ocupa un lugar especialmente destacado. Las aportaciones nacionales a este campo del conocimiento científico tienen larga tradición, y representan un acervo muy importante de la cultura del país, tanto por el caudal de los hechos reunidos, como por su trascendencia teórica y su significación ideológica. Al mismo tiempo, los estudios sobre los vertebrados fósiles argentinos se han visto privilegiados por la continua atención de destacadas figuras de la ciencia mundial de distintas generaciones del siglo pasado y del presente. Baste con destacar, para justificar estas afirmaciones, que nuestras ciencias naturales autóctonas nacen con la labor de Francisco Javier Muñiz, quien a mediados del siglo pasado llamaba la atención del mundo científico con sus descubrimientos de fósiles de la fauna cuaternaria de nuestras pampas. Junto con ello, y para no insistir en meras prioridades cronológicas, baste con recordar que, hasta el presente, las figuras más destacadas, y las que más prestigio y gloria han dado a la ciencia argentina, han sido la de un fisiólogo, Bernardo Houssay, y la de un paleontólogo por antonomasia, Florentino Ameghino. Y también, que sabios extranjeros de la talla de Charles Darwin, Richard Owen, Albert Gaudry, William Scott, y, entre los contemporáneos, Friedrich von Huene, George G. Simpson y Alfred Romer, se han ocupado de manera muy especial de nuestros vertebrados fósiles, dedicando buena parte de su labor a su estudio y a su interpretación. Se puede afirmar que los científicos que ejercitamos actualmente la paleontología de vertebrados en la Argentina, tenemos que afrontar la responsabilidad de una verdadera tradición científica nacional en nuestra disciplina, responsabilidad que se acrecienta por el hecho de que los temas de nuestros vertebrados fósiles han ocupado también la atención de figuras científicas de primera línea en el orden mundial.

Los últimos años han sido testigos de un auge sin precedentes en los estudios que nos preocupan. Los cultores de la paleontología de vertebrados se han multiplicado en todo el país. Nuevos centros de investigación de promisorias perspectivas han inaugurado o han fortalecido su labor en el interior. Se han realizado muchísimas expediciones para la explotación de yacimientos conocidos, y sobre todo, de yacimientos muy poco conocidos anteriormente; se han descubierto otros nuevos, cuya explotación está revelando novedades insospechadas. Se han rea-



lizado hallazgos que están haciendo variar drásticamente el cuadro de las concepciones interpretativas sobre algunos aspectos de la historia filogenética de los vertebrados sudamericanos. Ha aparecido, con *Ameghiniana*, un órgano científico especial para la difusión de nuestra actividad paleontológica. Se ha creado y se ha fortalecido, en sus cinco años de vida, la Asociación Paleontológica Argentina, institución importantísima para la promoción y la organización de nuestras actividades. Han aparecido cantidad de nuevas contribuciones científicas de investigadores argentinos, y algunas monografías señeras de científicos extranjeros, sobre los temas de nuestros vertebrados fósiles. Los centros donde se realizan investigaciones en nuestra disciplina, han incrementado sus posibilidades económicas. El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas ha comenzado a ejercer una notable influencia para las posibilidades del desarrollo de nuestros estudios. Ha mejorado la retribución económica a los investigadores paleontólogos, y son muchos los que ya se dedican exclusivamente a la pesquisa científica. Se han establecido relaciones fecundas entre las instituciones y los investigadores. Los especialistas cuentan, en la mayoría de los casos, con buenos colaboradores, y los técnicos y coleccionistas han sido incorporados, en lo fundamental, a una labor científica responsable. Creo que podemos afirmar que en ningún momento de la historia de nuestra ciencia ha habido tantas posibilidades para nuestros estudios, y una potencialidad tan promisoría, como en el presente.

Pero, al mismo tiempo, esta realidad y esta perspectiva han tenido también el efecto de hacer más complejas y variadas las tareas que debemos afrontar. La experiencia de los últimos años indica que han caducado muchas formas de ejercitar la actividad científica, que se practicaban en tiempos pasados. La labor solitaria, realizada en un aislamiento más o menos competitivo, muchas veces rayano en la autodefensa contra un medio social incomprensivo, que caracterizó el trabajo de muchos de nuestros predecesores, nada tiene que hacer en las actuales circunstancias, en que el más amplio intercambio y la más generosa disposición de colaboración hacia el colega, son requisito indispensable para afrontar las nuevas responsabilidades, y en que la actitud del medio social hacia el investigador ha experimentado cambios sustanciales. Al mismo tiempo, la elección de temas de trabajos determinada por el azar de algún descubrimiento significativo, o por los requerimientos de una actitud polémica en la que los antagonismos personales eran el principal incentivo, resultan precedente poco oportuno en momentos en que el cúmulo de las nuevas colecciones y la vastedad de las tareas por realizar, exigen un

planeamiento conciente de los temas de trabajo de los investigadores individuales, y la formación de equipos para abordar problemas vastos y complejos. La etapa actual del desarrollo de nuestra paleontología de vertebrados exige superar esas modalidades, y encontrar otras que estén acordes con la complejización e incremento de las tareas y de los problemas presentes.

La responsabilidad que heredamos de nuestros predecesores, tiene que hacernos advertir que debemos encontrar los caminos que nos permitan encauzar las perspectivas que han surgido últimamente en una labor fecunda, productiva y jerarquizada, acorde con la importancia que en esta época le cabe a la ciencia como impulsora del progreso social, y acorde con esta hora de la realización nacional de los pueblos latinoamericanos. Se impone hacer un alto en nuestros trabajos, para tentar una caracterización de las actividades que hemos seguido en las últimas décadas, para medir y valorar nuestras fuerzas, y para tratar de organizarlas y encauzarlas en un quehacer ordenado y responsable. La oportunidad de este planteo se robustece, si tenemos en cuenta que la experiencia mundial en la ciencia moderna aconseja superar los límites de la actividad espontánea y del aislamiento individual en la labor del hombre de ciencia, para sustituirlos por los beneficios del trabajo planeado, con perspectivas convenientemente estructuradas, y realizado mediante una adecuada valoración de las fuerzas y de las posibilidades conjuntas.

Se trata de hacer un balance del desarrollo de nuestra disciplina, de analizar la situación actual, y de tentar de fijar los lineamientos del desenvolvimiento futuro de nuestra actividad. Para todo esto, la Asociación Paleontológica Argentina llamó a la Primera Reunión Nacional de Paleontólogos de Vertebrados, que se celebró el 5 y el 6 de agosto de 1960, con el propósito de acicatear la conciencia de cada uno de los cultores de nuestra disciplina, de despertar sus iniciativas, de organizarlas y de darles forma, para que de la compulsa de las opiniones y de la consideración de todos los puntos de vista, logren surgir ideas, sugerencias y planteos que puedan incorporarse a un programa y a una toma de conciencia. Como miembro de la Comisión Directiva de la institución de la iniciativa, tuve que esbozar en una relación, algunas de las ideas que habían surgido de la experiencia mía y de la de mis colegas más cercanos, y que constituyen el fundamento del presente trabajo.

## II. — RASGOS FUNDAMENTALES DEL DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS SOBRE VERTEBRADOS FÓSILES EN LA ARGENTINA

Creo que es posible distinguir cuatro momentos en la historia de la paleontología de vertebrados argentina, que, sin reflejar expresamente el movimiento de las generaciones, constituyen cuatro períodos, en cada uno de los cuales pueden precisarse modalidades y características propias. La delimitación de los mismos no puede ser precisa, ya que existen investigadores o acontecimientos que caracterizan a más de uno de ellos. El comienzo de la producción de Florentino Ameghino, alrededor de 1875, puede considerarse, por la importancia fundamental que tendrá la aportación de este sabio, como el momento que define el término de un período inicial, pre-ameghiniano, en la historia de nuestra disciplina. El período de la actividad de los Ameghino —conviene siempre, haciendo justicia, hablar de la obra de los Ameghino, pues la actividad creadora de Florentino no hubiese sido posible sin la labor de campo de su hermano Carlos—, que va desde 1875 hasta la muerte de Florentino, en 1911, constituye un segundo período perfectamente definible. Luego puede distinguirse un tercer período, que va desde esa fecha hasta alrededores de 1945, o quizás hasta un poco más adelante, cuando comienzan a perfilarse las características del actual y cuarto período de la historia de nuestra paleontología de vertebrados. Trataré de sintetizar las características de cada una de estas etapas.

### 1) **Período pre-ameghiniano**

No hablaremos de antecedentes coloniales que no tienen otro valor que el anecdótico, y que a lo sumo sirven para atestiguar —como el incidente del megaterio descubierto por el fraile lujanense Manuel Torres en 1787, y al que Carlos III reclamaba empajado— el oscurantismo ultramontano que empezaba en esa época de la dominación española, y la paladina ignorancia de sus personeros. No queremos con esto desvirtuar el hecho de que durante el Virreinato, algunos sacerdotes, criollos o españoles, y sobre todo, jesuitas, como Pedro Montenegro y Buenaventura Suárez, y con anterioridad, José Acosta —al que Humboldt mencionó con todo elogio—, y en lo que no eran más que balbuceos científicos, hayan arrojado cierta tímida luz en esa oscuridad. Tampoco queremos desconocer la trascendente significación de los trabajos de Azara, con quien

nacen las ciencias naturales rioplatenses. Pero, lamentablemente, Azara no tuvo contacto con los vertebrados extinguidos; y con la excepción del casual descubrimiento de Manuel Torres, no existen antecedentes virreinales en nuestra paleontología de vertebrados.

Tampoco son muy importantes los antecedentes que se dan para nuestra disciplina desde Mayo hasta 1862, año en el que Burmeister se hace cargo de la dirección del Museo de Buenos Aires. Pero existen antecedentes, y existe incluso actividad paleontológica nacional en esa época. Hay que mencionar, en primer lugar, la labor de viajeros ilustres, como Alcides d'Orbigny y Charles Darwin. Estos sabios tuvieron corta estada en nuestras tierras, a fines de la tercera y principios de la cuarta décadas del siglo pasado. Pero realizaron importantísimos descubrimientos paleontológicos, con cuya descripción —la de los realizados por D'Orbigny, efectuada por Laurillard, y la de los que encontró Darwin, llevada a cabo por R. Owen— comienza el conocimiento de nuestras faunas de mamíferos fósiles. D'Orbigny recogió fósiles principalmente en las barrancas del río Paraná, y Darwin, en Monte Hermoso, y sobre todo en los alrededores de Bahía Blanca. Recogieron mamíferos pliocenos y cuaternarios. Desde sus inicios, los estudios sobre nuestros vertebrados fósiles comenzaron con los mamíferos, definiendo ya una unilateralidad mastozoológica —digamos mejor teriológica—, que ha sido característica en los períodos subsiguientes del desarrollo de nuestra disciplina.

Pero con Darwin y D'Orbigny no hay todavía actividad paleontológica nacional. Estuvieron de paso por la Argentina, y sus colecciones fueron a enriquecer museos extranjeros, y se publicaron en el extranjero. En esa época no tuvo nuestra ciencia la suerte que favoreció a la misma en Brasil, con el afincamiento de Peter Wilhelm Lund, el laborioso paleontólogo dinamarqués, a quien tanto debe la ciencia brasileña. Esta actividad criolla comienza con Francisco Javier Muñiz, esa figura brillante y multifacética, que, de no haber mediado el hecho de que realizó la mayor parte de su labor durante la tiranía de Rosas, hubiera seguramente llegado a ser figura científica de empinada talla. Muñiz exhumó cantidad de restos de mamíferos neocuartarios del yacimiento del río Luján, a cuya explotación Ameghino dedicará sus afanes de juventud, y que ya era conocido por Cuvier a través del megaterio descubierto por Manuel Torres. Pero también estudió, describió y publicó sus observaciones paleontológicas. Se carteaba con Darwin, y era evolucionista. Pero las limitaciones de la sociedad criolla de la época, el aislamiento y las circunstancias políticas en que tuvo que vivir, redujeron forzosamente la envergadura de su labor. Su legado es fragmentario e incon-

cluso, y su significación es sobre todo simbólica. Símbolo de la continuidad de una incipiente tradición científica y racionalista que se abriera con Mayo y que se fortaleciera con el impulso de Rivadavia, y a la que la reacción rosista no logró destruir totalmente.

Antes del advenimiento de Burmeister, está también la labor paleontológica de Auguste Bravard, quien explotara el yacimiento de vertebrados terciarios del Paraná, realizando una colección adquirida luego por el Museo de Buenos Aires. El trágico fin de este sabio en el terremoto mendocino de 1861, frustró una posibilidad virtual para el desarrollo de nuestros estudios. Con Bravard se inicia la actividad paleontológica nacional en un centro científico: el Museo Nacional creado por Urquiza en la entonces capital de la Confederación: Paraná. Esa institución adquirirá luego cierto auge como Museo Provincial, bajo la dirección del gran educador positivista Pedro Scalabrini —entusiasta aficionado a los vertebrados fósiles—, para declinar más tarde a la sombra del crecimiento de los grandes centros de Buenos Aires y La Plata.

Con el advenimiento definitivo al país, en 1861, de Germán Burmeister, al que Sarmiento invita a hacerse cargo del Museo de Buenos Aires, se inicia la continuidad del desarrollo en una institución científica de la actividad en la paleontología de vertebrados. Algunos de los fósiles descubiertos por Muñiz, la colección de Bravard y los despojos que el propio Burmeister descubriera y colectase, constituyeron el caudal paleontológico —preponderantemente mamíferos neocuartarios—, a cuyo estudio y descripción dedicó el sabio alemán sus energías. Trabajó durante treinta años al frente del museo metropolitano, dejando un saldo importantísimo de trabajos descriptivos. Y destacamos que su principal legado para nuestra paleontología de vertebrados es su labor descriptiva, ya que su enfrentamiento ideológico con el transformismo le quitó vuelo interpretativo y teórico a su aportación. A su iniciativa se debe el primer intento de crear una asociación científica dedicada a la paleontología, la Sociedad Paleontológica, que creó en 1866, y cuya vida fue muy efímera. Es su mérito también el haber iniciado las publicaciones científicas de jerarquía internacional en la especialidad, que aparecieran en la Argentina. Las monografías que publicara en los primeros tomos de los *Anales del Museo Público de Buenos Aires*, inauguran en nuestra disciplina, con la máxima calidad tipográfica, una producción edita ajustada a las exigencias científicas. Desgraciadamente, Burmeister no se entendió con Ameghino, con lo que también comienza una cierta “tradición” de rivalidades personales, cuya influencia ha sido bien perniciosa para nuestra ciencia paleontológica.

Estamos en presencia de un período premonitorio, cuyos representantes son precursores; y sus acontecimientos indican poco más que intentos frustrados por las circunstancias o puntos de partida para el desenvolvimiento ulterior de una tradición científica nacional en la paleontología de vertebrados. Esta tradición no está definida por un conjunto de hechos sucedidos en el tiempo, sino, por sobre todo, por un acervo de doctrinas, modalidades de trabajo, enfoques metodológicos y particularidades temáticas, que no se definen hasta el período subsiguiente. Con todo, en este período ya se presentan algunos caracteres de esta tradición: discontinuidad promovida por las circunstancias del desarrollo social e institucional del país; destacada aportación extranjera en el estudio de nuestros vertebrados extinguidos, llevada a cabo por especialistas que coleccionaban en el país y estudiaban las colecciones en el exterior; exclusividad paleontológica en la temática; formación de un gran centro metropolitano de investigaciones, y rivalidades personales que entorpecen la formación de escuela. Burmeister no formó discípulos, y rechazó a ese paisano de Mercedes que podría haberlo sido.

## **2) Período ameghiniano**

Los estudios sobre los vertebrados fósiles alcanzan personalidad propia y relieves destacados en nuestro país a partir de esa década del ochenta, a la que tanto debe la cultura argentina. Como es sabido, fue entonces el mérito casi exclusivo de una personalidad infatigable, lúcida y pertinaz, lo que dio, con Ameghino, las características de un alumbramiento glorioso a los estudios en nuestra disciplina. Podemos reconocer ahora, con la imparcialidad que nos proporciona el tiempo transcurrido, que otras figuras coetáneas, como Alcides Mercerat, Francisco Moreno, Santiago Roth, y hasta la del gran predecesor Burmeister, quedan un tanto desdibujadas ante la monumental aportación cuantitativa y cualitativa surgida por obra de Ameghino. En poco más de tres décadas de trabajo continuo, Florentino Ameghino y su hermano Carlos dan al mundo de la ciencia una aportación tan gigantesca de datos y de teorías interpretativas sobre los vertebrados fósiles argentinos y su evolución, que puede decirse que toda la labor del casi medio siglo posterior a la muerte de nuestro sabio fue sólo poco más que la realización de retoques, ampliaciones y reinterpretaciones efectuadas por varios investigadores, nativos y extranjeros, a ese fundamento esencial, ameghiniano, de la paleontología de vertebrados argentina.

Pero a la par de destacar este hecho, es necesario hacer resaltar cuál es el contenido de esa aportación ameghiniana que tanta influen-



cia ha tenido para nuestra ciencia. La característica que surge a un primer análisis, es auspiciosa y orientadora: a pesar de la superación de enfoques e interpretaciones teóricas, la médula racional del legado ameghiniano reside en una unidad indisoluble entre el hecho de observación y su interpretación. Con Ameghino aprendimos que la ciencia sólo merece ese nombre cuando supera el limitarse a la ordenación y al análisis de los hechos, para proyectarse en la interpretación generalizadora y en la síntesis conceptual de la teoría. La paleontología de vertebrados argentina es así, desde su primer manifestación orgánica, un campo de la labor científica jerarquizado por una proyección especulativa responsable. A la descripción —a veces, detallada, y otras, preliminar— de un cúmulo notable de nuevas formas de animales que evidencian la marcha de la evolución de los vertebrados en la parte meridional de América del Sur, se suma, en ese fundamento premonitorio de nuestra ciencia, un conjunto no menos significativo de teorías de interpretación inspiradas en una doctrina de avanzada en la época: un transformismo materialista de cariz mecanicista, que, a pesar de ser proclamado como de esencia darwinista, y sin dejar de serlo, evidenciaba la influencia preponderante del pensamiento de Lamarck. (1)

Al mismo tiempo, se destacan nítidamente en esta aportación otras dos características de dimensión conceptual: un enraizamiento profundo con la anatomía comparada, y una vinculación limitada con la investigación neontológica. Lo primero constituye, quizá, el fundamento de la trascendencia especulativa de la labor ameghiniana. Se vincula estrechamente con la tendencia de la época, en la que la especulación evolucionista se nutría de tres fuentes principales: la anatomía comparada, la embriología comparada y la paleontología. Recordemos que, luego de Gegenbaur y de Fürbringer, A. N. Séwertsov destacó la hermandad de estas tres disciplinas como fundamento de toda teoría sobre la evolución de los vertebrados. Este aspecto del legado ameghiniano sigue teniendo oportuna actualidad; todo investigador que ejercite el estudio de los vertebrados extinguidos, debe ser un avezado anatomista. Pero también es cierto que no con ello se circunscribe el campo de la información que debe incorporar a su *curriculum* dicho investigador. En cuanto a lo segundo, cabe destacar que la exclusividad paleontológica de la labor de Ameghino —me refiero al estudio de los vertebrados, ya que no consideraremos aquí los aspectos antropológicos y de otro carácter de su obra—

(1) Véase, a este respecto: Ángel Cabrera, *El pensamiento vivo de Ameghino*, y el artículo del autor: "La celebración darwinista, antecedentes nacionales y responsabilidad presente", *Holmbergia*, VI, 14 : 29-36, 1959.

estuvo determinada por la dimensión monumental de la cantidad de formas extinguidas que le tocó dar a conocer. Pero no por ofrecer causales justificables, deja de tener esa característica un matiz objetable y digno de ser superado por la actual generación. La labor ameghiniana puede ser fundamento para definir a la paleontología como disciplina independiente, posible de ejercitar sin vinculaciones con el conocimiento de los animales vivientes, o con un conocimiento superficial de los mismos. Desde el punto de vista de una teoría racional de la clasificación de las ciencias naturales, la paleontología de los vertebrados —como ninguna otra de las ramas de la paleontología— no es una ciencia independiente, sino no otra cosa que el estudio zoológico de los vertebrados extinguidos, estudio que no puede independizarse ni distinguirse, ni por su metodología, ni por sus objetivos generales, del estudio de los vertebrados vivientes. (2) Esta limitación determinó una deficiencia en la labor sistemática de Ameghino. En la delimitación de géneros y especies, Ameghino tuvo muy poco en cuenta el hecho de la variabilidad interna de los taxones, hecho que sólo puede incorporarse al criterio del sistemático cuando se ha ejercitado el trabajo clasificatorio de los animales vivientes. Es por eso que los revisores que han estudiado grupos trabajados por Ameghino, se han visto siempre en la necesidad de depurar la sistemática de nuestros vertebrados fósiles, reduciendo normalmente el número de las formas diferenciadas por nuestro sabio.

Pero, a pesar de esta última particularidad señalada, es bien claro que en este fundamento nutricional de la paleontología argentina es obvia la caracterización de su temática dentro de las ciencias biológicas. Disciplina independiente o mera parte de los estudios zoológicos, es siempre evidente que Ameghino ejercitó a la paleontología como parte integrante de las ciencias biológicas. Esto no quiere decir que no haya sido destacado el aporte que los Ameghino han proporcionado a la estratigrafía y a la geología histórica. Pero en ese aporte lo geológico es siempre tema de referencia, a pesar de que en muchos casos la falta de un cuadro estratigráfico elaborado con criterios estrictamente geológicos, haya hecho incursionar exitosamente a ambos hermanos Ameghino en los problemas geocronológicos y estratigráficos. Como lo ha señalado Bryan Patterson, a los Ameghino debemos el cuadro geocronológico del Cenozoico

(2) Sobre este problema, remito al lector a mi artículo "Acerca de la ubicación de los estudios paleontológicos", *Holmbergia*, VI, 15 : 19-45, 1959. Véase también más adelante (pág. 108-112).

argentino, que Simpson propuso como patrón para toda América del Sur.

Otro rasgo de ese legado es la unilateralidad paleoteriológica en la temática. Ameghino y sus coetáneos nacionales, como así también la mayor parte de los cultores posteriores de la ciencia de los vertebrados fósiles argentinos, fueron especialistas en mamíferos fósiles, y ha sido desde entonces —y como hemos visto ya desde el período pre-ameghiniano— el estudio de estos animales el tema abrumadoramente preponderante en la investigación de nuestros vertebrados fósiles. Esto no es casual, ni tampoco signo de desviaciones antojadizas. Es una particularidad determinada por las características de nuestros yacimientos de restos de vertebrados extinguidos, de los que los del Cenozoico, era de la dominancia de los mamíferos, son los más frecuentes y los más difundidos en nuestra tierra. Sólo en los últimos lustros se ha demostrado la riqueza y las posibilidades de los yacimientos de tetrápodos mesozoicos argentinos. A pesar de sus justificaciones, es ésa una particularidad del legado ameghiniano que necesita ser superada; sobre todo, ahora que, como acabamos de señalar, se ha descubierto que nuestro país es también riquísimo en yacimientos que albergan restos de otros grupos de vertebrados.

En cuanto a la manera de enfocar la investigación paleontológica, el legado ameghiniano nos indica dos caminos, que fueron transitados con iguales bríos por nuestro sabio premonitor. Por un lado, el enfoque biogeocronológico; es decir, el estudio de las sucesiones faunísticas extinguidas, la revisión de todos los elementos del elenco de formas vivas de un determinado jalón en la secuencia biogeocronológica, la descripción de fósiles por horizontes geocronológicos. Por otro lado, el enfoque puramente taxinómico y filogenético, la monografía sobre determinado grupo de vertebrados extinguidos, el estudio exhaustivo de un género, una familia o un orden, en todas las implicaciones y con todas las conclusiones que el tema permite abordar. Vale la pena destacar que ambas siguen siendo formas válidas, y las dos maneras fundamentales, necesarias y complementarias, de ejercitar el trabajo paleontológico.

Aparte el legado conceptual, doctrinario y metodológico que imprime la obra de Ameghino a este período, el mismo tiene una importancia capital para nuestra disciplina, por otras razones. Quizá la más importante es la que se refiere a las instituciones donde se concentra la actividad paleontológica. Hemos visto que en el período anterior se fortalece el Museo Nacional de Buenos Aires, por obra de Germán Burmeister, que sigue a su frente hasta su muerte, en 1892. Aunque el propio

Sarmiento opinaba que era Ameghino el "hombre indicado para dirigir el Museo Nacional", la aversión que el sabio alemán sentía por nuestro paleontólogo vernáculo no lo quiso así, ya que buscó sucesor en otra persona, que fue la del destacado entomólogo Carlos Berg. Durante todo el período de la dirección de Berg (1892-1902), Ameghino se mantiene alejado del museo metropolitano. Pero, como dice José Babini, "lo que no ocurrió en 1892, lo fue en 1902, pues a la muerte de Berg, Ameghino fue designado director del Museo, a cuyo frente estuvo hasta su muerte, en 1911, y en el cual declara «haber acumulado... en pocos años y con escasos recursos, quizá tanto material como en el resto del período en que fue creada la institución»." (3) A través de la labor de Ameghino, el Museo Nacional —en la actualidad, Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"— se afianza definitivamente como uno de los centros más importantes de la época, en paleontología de vertebrados. En esos años se crea otra institución, que tendrá importancia decisiva como centro aglutinador de los estudios en nuestra disciplina: el Museo de La Plata. La federalización de la ciudad de Buenos Aires motivó la iniciativa de crear un centro científico similar al que dirigía Burmeister, en la recién nacida ciudad de La Plata. El Museo se creó en 1884, y cobró desde sus inicios extraordinario impulso, por la notable laboriosidad e iniciativa de su primer director, Francisco P. Moreno. Los dos primeros años de la vida de esta nueva institución no contaron con la colaboración de Ameghino, que estaba entonces en Córdoba; pero Moreno lo designa en 1886 como secretario subdirector del flamante museo platense. Lamentablemente, fue muy efímera la armonía entre Moreno y Ameghino; y este último, al año siguiente de su nombramiento era exonerado de su cargo. Con lo cual volvemos a tener que destacar la influencia de los desentendimientos personales en la organización y el desarrollo de la actividad paleontológica de nuestro país. La desavenencia entre Moreno y Ameghino transformó al Museo de La Plata, en esa primera época, en un centro competitivo con respecto a los trabajos de los Ameghino; y luego, cuando éste pasa a ser director del Museo Nacional, con respecto a esta última institución. Lamentable circunstancia, en una época en que la unión de esfuerzos y la colaboración entre los especialistas y las instituciones hubiesen sido tan provechosas. Y sobre todo, porque esa competencia no tuvo los caracteres de una constructiva emulación, sino, por el contrario, el cariz de una rivalidad sorda y destructiva. Moreno trabajó poco en paleontología de

(3) José Babini, *Historia de la ciencia argentina*, pág. 95, México, 1949.

vertebrados; pero contó, como personeros de esta rivalidad, con el suizo Alcides Mercerat, cuyos trabajos tan pobremente beneficiaron a nuestra ciencia, y con Santiago Roth, de la misma nacionalidad, pero de labor mucho más significativa. Ya en 1873 había Roth iniciado sus trabajos de coleccionista de fósiles; pero, como tal, su aportación fundamental fue dada en las expediciones a la Patagonia, rivales de las que desarrollaba simultáneamente Carlos Ameghino, que tuvieron lugar en las temporadas de 1896-97, 1898-99 y en 1902, y que llevara a cabo para el Museo de La Plata. Roth y los Ameghino se ocultaron celosamente los datos sobre las localidades que visitaron; y en ese encubrimiento, como lo hace notar Simpson, ocasionaron cierta confusión en las tareas de los posteriores revisores. Aparte sus excursiones y colecciones, que engrandecieron al centro paleontológico de La Plata, Roth produjo varios trabajos sobre mamíferos fósiles, algunos de ellos de verdadero valor.

Junto con Roth y con Mercerat, contó Moreno con el paleontólogo inglés R. Lydekker. Éste, luego de una corta visita a la Argentina —que realizara por invitación de Moreno, quien sufragó gran parte de sus gastos—, publicó, en los Anales del Museo de La Plata, gruesos tomos bilingües sobre nuestros ungulados, aves, carnívoros y desdentados fósiles, que tenían el carácter de una puesta al día y de una revisión crítica de las contribuciones de Ameghino. Las láminas de esas obras de Lydekker constituyen una maravilla tipográfica, y contrastan notablemente con las ilustraciones deficientes —y hasta desprolijas— que proporcionaba Ameghino en sus trabajos, y que obedecían a los escasos medios y posibilidades con que realizó su labor. Quizá pueda decirse ahora que a eso quedó reducida su aportación a nuestra disciplina; porque, en lo que respecta al texto, no son muchas las glorias que cosechó ese destacado paleontólogo inglés en su empresa científica argentina. Como decía Florentino a su hermano Carlos, en carta del 1º de junio de 1895: “Lydekker, como paleontólogo, ha sido arruinado por el Museo de La Plata”. En el elenco de las figuras de nuestra historia paleontológica hay presencias cuya ausencia hubiese sido de mayor beneficio.

Es éste también un período de gran actividad de campo. En él se realiza el descubrimiento y la explotación de los inagotables yacimientos de mamíferos del Cenozoico inferior de Patagonia, que están entre los más ricos y famosos del mundo entero. Ya hemos mencionado los viajes de Santiago Roth, realizados por cuenta del Museo de La Plata. Pero es indudable que la labor de mayor relieve en la explotación de estos yacimientos la realizó Carlos Ameghino. Éste trabajó en Patagonia durante dieciséis años, a partir de 1887, y desde 1893 hasta 1903

explota los yacimientos de manera virtualmente continua. La cantidad y calidad de los materiales descubiertos es imponderable. Si se tienen en cuenta las condiciones de desarrollo de las actuales provincias patagónicas de Chubut y Santa Cruz en ese entonces, se podrá advertir que la empresa de Carlos Ameghino, y las expediciones simultáneas de Roth, revistieron contornos de epopeya, quizá sólo igualadas por expediciones paleontológicas como la que Granger dirigió, cinco lustros después, al Gobi y a la Mongolia Interior. Y hay que hacer resaltar el hecho de que las expediciones de Carlos Ameghino fueron costeadas, en lo fundamental, por los exiguos beneficios de un negocio de librería.

Los descubrimientos y las publicaciones de los Ameghino habían tenido resonancia en el mundo entero, y los especialistas de los más importantes centros paleontológicos de Europa y de América del Norte pusieron los ojos en los tesoros que nuestros desiertos meridionales albergaban en sus entrañas.

En 1896, y hasta 1899, trabaja en Santa Cruz una gran expedición organizada por la Universidad de Princeton, a cuyo frente estuvo Hatcher. Dicha expedición realizó extraordinarias colecciones en los yacimientos patagónicos del Santacruciano, colecciones que, transportadas íntegramente a los Estados Unidos, motivaron las excelentes monografías de la fauna santacrucense de W. B. Scott y de W. J. Sinclair, aparecidas en los conocidos "Reports of the Princeton University". Hay que destacar la importancia de esa notable contribución. En esos trabajos, el esmero descriptivo y la precisión metodológica van a la par de una excelente presentación tipográfica, y de una actitud interpretativa prudente y responsable, que significa una superación de las generalizaciones un tanto aventuradas que Ameghino había extraído de los mismos hechos. Scott y Sinclair tienen la virtud de haber integrado los descubrimientos de Ameghino sobre las faunas de esa edad, al cuadro general de la filogenia de los mamíferos, con una concepción coherente y prudentemente ajustada a los hechos. Lamentablemente, las contribuciones de estos autores aparecieron varios años después de la expedición, en las postrimerías de este período, e incluso después del deceso de Ameghino, de tal manera que éste no tuvo oportunidad de dar su opinión sobre las mismas. En relación con esta obra, Scott estuvo en la Argentina, y trabajó en estrecha colaboración y armonía con Ameghino, alojándose incluso en su propia casa.

Otra aportación extranjera que se realizó en estrecha colaboración con Ameghino, fue la de Tournouër y Gaudry. El primero era un coleccionista que a instancias de Gaudry y de Boule, y comisionado por el



Museo de París y por el gobierno francés, realizó varios viajes a Patagonia alrededor de 1900. Sus descubrimientos fueron dados a conocer principalmente por Gaudry en singulares trabajos, en los que el propósito especulativo privaba sobre el rigor metodológico.

Hay en este período otros acontecimientos que carecieron de continuidad. Puede mencionarse, entre ellos, el episodio cordobés de Ameghino, entre 1885 y 1886, durante el cual crea el Museo de Antropología y Paleontología de la Universidad de Córdoba. Ameghino deja esa institución en otras manos, cuando a mediados de 1886 se traslada a La Plata, para hacerse cargo de las funciones que le había ofrecido Moreno. Como centro paleontológico, ese museo cordobés tuvo una vida precaria, y funcionó con intermitencias, hasta su completa desaparición. Desde él no se desarrolló ninguna aportación digna de destacarse a nuestra ciencia paleontológica. Otra institución que funcionó en esa época, es el Museo de Paraná. Sobre la base del Museo de la Confederación, que había fundado Urquiza en 1854, se crea en 1884 el Museo Provincial de Entre Ríos, que, bajo la dirección de Scalabrini, tendrá cierto auge como centro de una actividad en nuestra disciplina limitada a la realización de una importante colección de fósiles del Neocenoico de los barrancos del río Paraná, colección que estudiara Ameghino, quien mantuvo estrechas y cordiales relaciones con el educador positivista. Pero ese auge tuvo poca duración, y el Museo mantuvo una vida alestargada y sin actividad propia en la paleontología de vertebrados durante los períodos subsiguientes. Desde el punto de vista del desarrollo de las instituciones, este período significó la creación y el fortalecimiento de los centros de Buenos Aires y La Plata, que se constituyen como lugares de concentración de todo el movimiento de nuestra ciencia paleontológica, y en los que las investigaciones se desarrollarán de manera cuasi independiente. Y también el fracaso de los intentos de crear centros en el interior del país. Por muchos años se mantendrá esta característica de la centralización de la actividad en estos dos grandes centros, que, a pesar de su pertenencia a distintas ciudades, no modifican por ello un carácter fundamentalmente metropolitano de la actividad paleontológica nacional, que se mantendrá durante varios lustros.

Llegamos así a poder precisar que la herencia original de nuestra paleontología de vertebrados, con su tesoro constituido en lo abrumadoramente mayoritario por los hechos y las enseñanzas surgidas de la producción ameghiniana, puede caracterizarse en escueta síntesis por lo siguiente: cuantioso aporte documental y analítico, unido al desarrollo de las teorías interpretativas de dicho aporte; amplia conexión con la

anatomía comparada, y subestimación de las conexiones con la zoología neontológica; metodología sistemática deficiente, por subestimación del hecho de la variabilidad interna de los taxones; definición de la paleontología como disciplina netamente biológica; unilateralidad en el tratamiento preponderante de los mamíferos; unidad del enfoque biocronológico y del sistemático en el trato de los vertebrados extinguidos. En otros aspectos: centralización de la actividad en dos grandes centros, el de Buenos Aires y el de La Plata; intentos frustrados de crear otros centros en el interior del país; formación de núcleos antagónicos; preponderancia de la rivalidad competitiva sobre la colaboración entre los especialistas; intensa actividad de comisiones y especialistas extranjeros, que contribuyó positivamente, en lo fundamental, al conocimiento de nuestras faunas fósiles, pero que no redundó en beneficio directo de la organización y el fortalecimiento de la actividad paleontológica nacional. Resulta fácil advertir cuáles son los elementos aportados por este período a la forma y al contenido de los estudios paleontológicos argentinos, que la generación presente debe tratar de incorporar a su trabajo y desarrollar, y cuáles aquellos que deben ser superados, si subsisten en la actualidad.

### **3) Período post-ameghiniano**

Luego de la muerte de Florentino Ameghino y del ocaso de su generación, viene un período que, prolongándose hasta mediados de la quinta década de nuestro siglo, es escenario de la actividad de dos generaciones de paleontólogos argentinos, o, para mejor definir, constituye un segundo momento en el desarrollo de nuestra paleontología de vertebrados. En este período se continúan las características fundamentales del anterior, superándose parcialmente algunos de los enfoques que lo distinguieron, y desdibujándose algunas particularidades positivas de la aportación ameghiniana.

Al año siguiente del deceso de Ameghino, realizaba su primera expedición científica de envergadura quien llegaría a ser uno de los continuadores de más talla de la obra del ilustre lujanense: Lucas Kraglievich. Florentino no tuvo discípulos directos; pero fue su hermano Carlos, al frente de la Sección Paleontología del Museo Nacional, y luego, en la dirección del mismo, quien transmitió el legado fraterno —y su propia experiencia— a una nueva generación que trabajó en ese Museo hasta 1930: Kraglievich, Castellanos, Rusconi, L. J. Parodi. Los gabinetes del edificio de la calle Perú fueron escuela para esta generación, que trabajó con dedicación asombrosa, rodeada del espíritu tutelar del gran

maestro desaparecido. Los representantes de esta generación tendrán distinta suerte, y desarrollarán labor de dimensión diferente. Varios factores conspiraron contra su afianzamiento como núcleo generacional, y quitaron significación a lo que pudo haber sido el primer ejemplo de continuidad de escuela en una institución, en la historia de nuestra ciencia. El principal es, sin duda, el hecho compulsivo del alejamiento del grupo del Museo en 1930, y su inmediata dispersión, unido a la desaparición, tres años más tarde, de Lucas Kraglievich, su figura principal. Otra vez interviene la incidencia de un conflicto entre personas; pero no de un conflicto entre los miembros del grupo, sino de éste en su conjunto contra otro grupo de naturalistas que encabezaba el doctor Martín Doello Jurado. Pero en este hecho, los exteriores de una rivalidad entre individuos no logran ocultar la incidencia de una crisis general de nuestra cultura, que rompió en varios campos de la vida intelectual del país con la plasmación de una tradición cultural argentina, y que tuvo su trasfondo en la crisis económica del 30, y su remate político en el golpe militar uriburista.

La aportación de Lucas Kraglievich fue cuantiosa, si se mide en el escaso lapso de poco más de tres lustros en que fue desarrollada. Podemos decir que continúa, enriqueciéndolos, los caracteres de la aportación ameghiniana. Fue igualmente un paleoteriólogo, un especialista en mamíferos extinguidos, aunque las aves también constituyeron campo transitado de su labor. Con él tenemos una superación del enfoque paleontológico exclusivista, un mayor acercamiento hacia la aceptación de una unidad indisoluble entre la labor paleovertebradológica y el estudio de los vertebrados vivientes. Hay también en su trabajo un profundo enraizamiento con la anatomía comparada, y una superación de la metodología sistemática de Ameghino, con la apreciación de la incidencia de la variabilidad intraespecífica. Y también una fértil unidad entre lo analítico y lo interpretativo, la preocupación por una especulación prudentemente respaldada por los hechos, la difusión de la doctrina evolucionista y la elaboración de sus problemas. Su labor fue mucho más sistemática y filogenética que de revisión de faunas, y se restringió al estudio de algunos grupos de mamíferos —particularmente, desdentados, roedores y carnívoros— y de aves neocenoico. Pero su obra contribuyó también a llenar jalones importantes en el conocimiento de las sucesiones faunísticas de nuestro Cenozoico, a través del descubrimiento y estudio preliminar de las faunas friasianas y chasiquiana. Kraglievich fue por sobre todo un investigador de gabinete. Su trabajo de campaña fue limitado, y no aportó con el descubrimiento de algo parecido a ese sen-

sacional cúmulo de novedades que Carlos Ameghino, Roth y las expediciones extranjeras exhumaran durante el período anterior. Mucho que hacer había con lo ya descubierto, y los medios no eran nada notables en el Museo porteño. Pero lo que en este sentido no pudo realizar en nuestro país, lo logró hacer en el Uruguay, donde trabajó con ahínco luego de su retiro del Museo Nacional, descubriendo y dando a conocer lo fundamental de las sucesiones faunísticas cenozoicas del país hermano.

Alfredo Castellanos, Carlos Rusconi y Lorenzo J. Parodi inician al lado de Lucas Kraglievich los primeros pasos de su carrera científica. Su labor alcanzará relieves independientes y sus propias características fuera del Museo de Buenos Aires. Los acontecimientos del 30, así como determinaron el episodio uruguayo de la actividad de Kraglievich, tuvieron como consecuencia la ulterior radicación de Castellanos y Rusconi en el interior del país, donde crearon importantes centros paleontológicos. Lorenzo J. Parodi, por el contrario, y luego de un período en que se desempeñó en el Jardín Zoológico, se incorporó al personal del Museo de La Plata, en cuya sección Paleontológica se desempeña hasta la actualidad, brindando su venerable sabiduría y experiencia a las nuevas generaciones que se inician en esa casa de ciencia.

Castellanos crea un centro de investigaciones paleovertebradológicas en Rosario, en el Instituto de Fisiografía de la Universidad del Litoral. Desde allí realiza una intensa labor de campo y de gabinete, completamente independiente de los dos grandes museos argentinos. Contó con la colaboración de un culto y activo coleccionista en la persona de Federico Hennig. Realiza importantes empresas de campo, principalmente en las provincias de Córdoba, Catamarca, Tucumán y Santa Fe, a través de las cuales descubren nuevos yacimientos de vertebrados neocenoicos, y se engrandece el conocimiento de faunas como la del valle de Santa María. La producción éditada de Castellanos es muy vasta, y está dedicada especialmente a los desdentados acorazados del Neocenoico, a problemas de estratigrafía y de paleoantropología. Muchas novedades ha introducido este autor en el conocimiento de los dasipódidos y de los gliptodontoideos. Su labor es con ello, fundamentalmente sistemática y filogenética. Pero a pesar de su contenido transformista, la manera de tratar los documentos paleontológicos es en Castellanos exclusivamente tipológica; no logró superar la metodología sistemática de Ameghino, y no se advierten en su obra criterios elaborados para la distinción y la delimitación de los taxones.

Alejado en 1930 del Museo Nacional, en solidaridad con Lucas Kraglievich, Rusconi no vuelve a tener desde esa época contacto alguno con

esta institución, ni tampoco con el Museo de La Plata, al que la presencia de Frenguelli y de Cabrera daban la apariencia de ser un centro científico rival. Autodidacto de energía y de verdadera vocación, Rusconi no perdió impulsos luego del incidente disgregador de su grupo. Fuera de la institución realiza una intensa labor entre 1930 y 1936. Crea la revista *Ameghinia*, y luego, el *Boletín Paleontológico de Buenos Aires*; extrae muchos fósiles del subsuelo de la ciudad de Buenos Aires, y descubre y da a conocer las primeras novedades del yacimiento subterráneo de Villa Ballester, que encierra la rica fauna puelchense. En 1937, nombrado director del Museo de Historia Natural "Juan Cornelio Moyano", de Mendoza, se traslada a dicha ciudad, e inicia desde allí una intensa actividad, que tendrá gran significación para nuestra ciencia. La labor de Rusconi en Mendoza determinó la formación de un importante centro para nuestra disciplina, en una ciudad del interior muy alejada de los centros metropolitanos, y vinculada con una región que se incorpora con una temática novedosa y trascendente a la paleontología argentina. Rusconi —a la par de otras actividades en la paleontología de invertebrados y en otras disciplinas— da a conocer la existencia de importantes faunas de vertebrados mesozoicos y cenozoicos en la provincia de Mendoza. Es enorme la cantidad de hechos nuevos aportados por este colega, y es cuantiosísima su producción científica. Los hallazgos de vertebrados triásicos y jurásicos que efectúa en Mendoza, determinan un cambio en el carácter de su producción, que de fundamentalmente paleontológica en su período pre-mendocino —y sólo en lo que se refiere a los vertebrados—, se torna principalmente dedicada al estudio de los reptiles terrestres y marinos, y de los anfibios y peces que poblaron la región cuyana. Esta parte de su actividad será desarrollada especialmente en el período siguiente; pero vale la pena que nos detengamos en ella aquí. Rusconi trabajó aislado, casi sin vinculación con los centros y las bibliotecas científicas principales del país. Las novedades que le tocó descubrir con respecto a los vertebrados fósiles, eran de gran trascendencia, y no conocían antecedentes en la Argentina. Careció de una tradición previa en las nuevas especialidades que surgían por sus descubrimientos, y su voluntario aislamiento le impidió el acceso a la información que su interpretación requería. Hubo de trabajar también, como Ameghino en su época, con medios precarios. Sirva todo esto para comprender los aspectos que, del punto de vista de la calidad, resultan objetables en su producción paleovertebradológica. Y también la nota excesivamente personalista que caracteriza a su estilo de trabajo.

En el Museo de La Plata, la actividad en nuestra disciplina es mantenida por Santiago Roth hasta 1924, fecha de su muerte. Este investigador realiza una valiosa aportación con sus estudios de campo y sus hallazgos de fósiles en las faunas miocenas de Collón-Curá y de la región del río Frías, y publica varios trabajos importantes sobre nuestros ungulados. Trabajó en conexión estrecha con Lucas Kraglievich, dándose con ello, en la primera parte de este período, un antecedente destacable de colaboración interinstitucional. A la muerte de Roth, Kraglievich no acepta el nombramiento que Luis María Torres, director del Museo de La Plata, le ofrece para suceder al científico suizo en la jefatura de la Sección Paleontología. Este cargo es ocupado, cuatro años más tarde, por el doctor Ángel Cabrera, cuya desaparición tuvimos que lamentar hace tan poco tiempo, y cuya incorporación al elenco de nuestros especialistas tuvo tan grande significación. Don Ángel Cabrera da un sello característico a la labor paleontológica del Museo de La Plata, y realizó una aportación trascendente y señera para nuestra disciplina.

Espíritu de amplia cultura y de refinada universalidad, supo el doctor Cabrera ejercitar la investigación en casi todas las ramas de la paleontología de los vertebrados. Los mamíferos, tema de su original y nunca descuidada vocación, le abrían un amplio campo en la Argentina, y se dedicó a su estudio desconociendo límites entre los vivientes y los extinguidos. Con igualdad de méritos trabajó con reptiles, anfibios, aves y peces fósiles. Sus propios trabajos de campo, y los descubrimientos que realizara Joaquín Frenguelli en la región de Cuyo, lo pusieron ante la novedad de que nuestro país alberga importantes faunas de vertebrados terrestres y acuáticos del Mesozoico, cuyo estudio y descripción aborda con prolijo método y atinada interpretación. Cabrera y Rusconi han tenido el mérito de superar, aislada y simultáneamente, la unilateralidad teriológica que caracterizaba a la temática de nuestros vertebrados extinguidos. Pero la labor de Cabrera tiene su elevada calificación tanto en lo cuantitativo como en lo que hay en su obra de contenido teórico y de orientación doctrinaria. A través de ella se da el más lúcido antecedente de una actitud racional hacia nuestros estudios, desde el momento en que ejemplifica las virtudes del rompimiento de las fronteras entre la temática paleontológica y la neontológica en la investigación de los vertebrados.

Se ha criticado a Cabrera por tratar a los fósiles con criterio de zoólogo, cuando ése fue uno de los principales méritos de su trabajo. Cuando se refieren a animales, los fósiles deben estudiarse, en primer lugar, con criterio de zoólogo, ya que no son otra cosa que despojos de anima-



les. De la misma manera, los fósiles vegetales tienen que ser tratados con los criterios de la ciencia botánica. ¿O es que acaso se quiere tratarlos con criterio petrográfico o mineralógico, por el hecho de que su sustancia sea mineral? Estas disciplinas deben aplicarse al fósil, cuando se trate de investigar los problemas del fenómeno de la fosilización; pero nunca ayudarán a interpretar la significación biológica de un fósil, ni ayudarán a clasificarlo. Tampoco puede haber una manera intermedia de tratarlos, ya que su contextura mineral y su esencia biológica no les confieren el carácter de representantes de un reino intermedio entre el mundo biológico y el de las rocas. No puede haber entonces un criterio particular, paleontológico, de estudiar al fósil. Por el contrario, el carácter de despojos fragmentarios de tal o cual grupo de animales o de plantas que les es propio, obliga al especialista a estudiarlos con riguroso método de anatomista y con elaborados criterios sistemáticos, los que sólo pueden adquirirse racionalmente a través del ejercicio de la anatomía de los organismos vivientes y de la sistemática neontológica. Cabrera había hecho ese ejercicio durante muchos años, antes de venir al país, estudiando la fauna de mamíferos vivientes de España y de Marruecos. Trajo con ello un bagaje formativo cuya aplicación fue muy oportuna para nuestra disciplina. Quizá se le pueda criticar que no lo haya aplicado con todo rigor, pues quienes hemos tenido que revisar alguno de los grupos trabajados por él, hemos podido descubrir que no siempre transmitió con el necesario celo a los fósiles los métodos que utilizaba en su trabajo neontológico. Cabrera realizó sobre todo revisiones de grupos de vertebrados fósiles: mastodontes, megaterios, marsupiales, borhiénidos, cetáceos, gliptodontoideos. Su aportación bioestratigráfica fue menos sistemática; pero estudió en su conjunto algunas faunas, como la del Plioceno de Adolfo Alsina y, con Lucas Kraglievich, la de Chasicó. No menos importante en el acervo de su legado son algunos rasgos que caracterizaron su labor, como la amplitud del criterio, la elegancia del estilo, la vastedad de la información y la prudencia en la interpretación. Quizá se le pueda reprochar el no haber formado discípulos, cuando su tarea docente, continuada durante más de tres lustros, le hubiese dado esa oportunidad. Y quizá, también, el no haber valorado adecuadamente a alguno de sus inmediatos colaboradores. Pero habrá que reconocer, también, que ciertos prejuicios de escuela y otras circunstancias que él no originó, debieron obrar sobre su espíritu, amurallándolo en sus propias fuerzas. Porque Cabrera no contó con simpática acogida de parte de los colegas paleontólogos que encontró a su arribo a la Argentina. Era un venido de afuera, y zoólogo, para mayores males; ajeno a la tra-

dición de nuestra ciencia, y sospechoso de aversión al espíritu ameghiniano. Lo infundado de estas suspicacias está demostrado por el saldo de su labor. No fue ajeno a la tradición de nuestra ciencia, sino que la continuó. Si formaban parte de la misma, y en nuestra disciplina, el racionalismo en la doctrina y el evolucionismo en la teoría, ambos rasgos son compartidos por el maestro español. Y en cuanto a Ameghino, se debe a la labor de profesor y de publicista de Cabrera la difusión de su ejemplo, de su doctrina, y una oportuna puesta al día de su legado. Y en lo de que el recién venido era un zoólogo, bien hemos visto que eso ha sido para mayores bienes de nuestra disciplina.

Vale la pena una corta digresión sobre el "ameghinismo". Porque es bien posible que uno de los factores de mayor desentendimiento surgidos después de la muerte de Ameghino, haya sido el enconado partidismo con que apologistas y detractores tergiversaron la exégesis de nuestro sabio. En nuestro país, la labor de Ameghino repercutió fuera de lo transitado por científicos y especialistas, y trascendió al campo de la lucha ideológica más general. Sacerdotes, con sotana o sin ella, del culto de la verdad eterna, levantaron clamores contra el apóstata que intraducía en el Plata a Darwin, y que pretendía indagar los oscuros orígenes animales de la naturaleza humana. Fueron las mismas voces que, en su tiempo, sonaron contra Darwin y Huxley, las mismas que afrontó Haeckel desde su cátedra de Jena, y las mismas que recluyeron a Galileo. Esta reacción contra Ameghino careció del menor matiz constructivo. No pretendió rectificar sus errores, ni mejorar su aportación; su objetivo era liquidar un antecedente cuyo peligro radicaba, no en posibles errores de apreciación científica, sino en el mismo hecho de ser ciencia practicada con consecuencia. Y se buscó, para lograrlo, el infundio personal, la ridiculización pedestre de sus teorías, el desconocimiento o la subestimación de los aspectos evolucionistas de su legado, y finalmente, la conspiración del silencio. Toda esta reacción estuvo sutilmente dirigida por "cavernícolas que para hablar bien de Dios necesitan maltratar a Ameghino..." (4) Quiéranlo o no algunos de sus biógrafos, nos resulta bien claro que la incidencia de esa reacción antiameghiniana no deja de tener alguna manifestación actual, más o menos vergonzante y solapada, como no podría dejar de ser en esta época en que el centenario de la doctrina de la evolución permitió sellar su definitivo triunfo, en un balance internacional claramente confirmatorio. Pero presente o ya superada, lo cierto es que dicha reacción tuvo quizá su

(4) F. Márquez Miranda, *Ameghino, una vida heroica*, pág. 219.

único triunfo en el sectarismo y dogmatización que originó, como contrarreacción, en el campo de los partidarios de Ameghino. La figura de Ameghino fue enarbolada como estandarte en las arremetidas ideológicas de los liberales, y se tomó como paradigma y símbolo. Se rindió culto a su vida y a su obra con un énfasis apologético tal, que hacía sospechoso de adversario a todo aquel que pretendiese perfeccionar la obra del maestro o rectificar sus errores, que los avances de la ciencia iban descubriendo de más en más. Muchos aficionados y coleccionistas, y algunos simpatizantes sin contacto con la especialidad, formaron las huestes de este ameghinismo *à outrance*. Pero el espíritu de esta actitud rodeó también la labor de algunos especialistas, y creó nuevos antagonismos entre las filas de los paleontólogos argentinos. Y no porque en éstos se hubiesen diferenciado netamente un campo ameghinista y otro antiameghinista, sino, sobre todo, porque los que se consideraban herederos de las enseñanzas del sabio, no vacilaron en enviar al saco común de los reaccionarios y detractores, a cuanto colega advirtiese la necesidad de corregir aspectos superados de la labor de Ameghino, de modificar sus determinaciones sistemáticas, de modernizar la edad de las faunas de mamíferos, etcétera. Claro está que esta actitud no ha hecho ningún bien al desarrollo de nuestra ciencia. Ningún hombre de ciencia puede sentirse comprometido con el pasado, y sólo un necio puede afirmar ahora que la figura y el ejemplo de un sabio se desmerecen porque sus teorías queden envejecidas. Los colegas que quisieron mantener la figura de Ameghino sin mácula, y que para lograrlo rechazaron la crítica constructiva y la actualización de sus enseñanzas, se han equivocado, se han hecho daño a sí mismos, y se acendrarón en un dogmatismo que congeló su desarrollo y su superación. Cabrera, recién llegado y sin compromisos con los bandos en pugna, pudo juzgar con objetividad el panorama. Y se decidió por una aceptación crítica del legado ameghiniano. Valoró ampliamente los aspectos positivos y actuales de ese legado, y fue difusor entusiasta de su contenido evolucionista. Juzgó también en equilibrada crítica los aspectos pasados de moda, y las imperfecciones que le eran propias.

La aportación extranjera es muy importante en este período, y ha tenido consecuencias significativas para nuestra disciplina. El orden cronológico nos obliga a mencionar en primer lugar a Cayetano Rovereto, quien está en el país durante los primeros años de este período, y que realizó una gran labor en la revisión de las faunas pliocenas. Luego hay que mencionar la expedición del norteamericano F. B. Loomis, que trabajó en la Patagonia entre 1911 y 1912 explotando yacimientos

del Cenozoico inferior, particularmente de la fauna deseadense, y que publicó en los Estados Unidos una importante monografía sobre esta fauna, en 1914. Entre 1922 y 1924, el Museo de Historia Natural de Chicago organizó una importante expedición a nuestro país, a cuyo frente estuvo el paleontólogo Elmer Riggs. Esta expedición trabajó en la explotación de yacimientos deseadenses y más antiguos, y también en el Plioceno del valle de Santa María y de otros lugares del país. Las colecciones fueron llevadas en su integridad al Museo de Chicago, y fueron motivo de varias contribuciones de Riggs y de Bryan Patterson. Los trabajos de estos autores fueron importantes para el desarrollo de los conocimientos sobre nuestras faunas de mamíferos extinguidos. Significaron una necesaria puesta al día de las aportaciones de los autores anteriores sobre los mamíferos meso-cenozoicos, y brindaron algunas importantes novedades en cuanto a los neocenozoicos, como el descubrimiento del extraordinario *Thylacosmilus*. Pero lo más importante de la labor realizada por misiones extranjeras en este período, está constituido por las dos expediciones que organizara el American Museum of Natural History bajo la dirección de George Gaylord Simpson, y que tuvieron lugar durante las temporadas 1930-31 y 1933-34.

Las expediciones de Simpson, y sus ulteriores trabajos, constituyen motivo especial de consideración, por las grandes consecuencias que tuvieron para el desarrollo de los estudios que nos interesan. El descubrimiento de petróleo en Comodoro Rivadavia, en 1907, promovió una intensa actividad geológica en la zona por parte de los geólogos de Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Stappenbeck, Wichmann, Windhausen, Feruglio y otros, contribuyen a proporcionar un panorama mucho más adecuado y completo de la estratigrafía de la zona de los grandes yacimientos de vertebrados eocenoicos patagónicos, que aquel que se disponía por obra de Carlos Ameghino. Simpson aprovechó toda esta nueva experiencia para sus trabajos de campo, incorporándola a un nuevo panorama actualizado de la estratigrafía y de las sucesiones faunísticas de nuestro Cenozoico. Exploró intensamente los yacimientos del Terciario antiguo, diferenciando la más antigua de nuestras faunas de mamíferos, la riochiquense, y obteniendo excelentes materiales del Casamayorensense, Mustersense y Deseadense. A pesar de que se había hecho un convenio con el Museo de Buenos Aires, por el que se aseguraba la restitución al país de los tipos y otros materiales significativos descubiertos por Simpson, dicho convenio no fue cumplido, y los tipos de nuevas entidades descubiertas por este autor aparecieron publicadas con número de colección del American Museum. Singular procedimiento que no indica

propósito alguno de colaborar con el desarrollo de la paleontología en la Argentina, y que, lo mismo que aconteció con otras expediciones extranjeras, creó el gran inconveniente de subordinar parcialmente nuestra actividad a la consulta de colecciones que están fuera del país. Pero aunque es ése un antecedente negativo, y si bien la influencia de Simpson en el desarrollo de nuestra paleontología es sólo indirecta, no determinó ningún incremento nacional en nuestro trabajo, y no esuvo encaminada a desarrollar y a robustecer los centros de investigación del país, no por eso la aportación de este sabio en el estudio de nuestros mamíferos extinguidos dejó de tener consecuencias muy beneficiosas para nuestra disciplina. Estas consecuencias están en la introducción de nuevos conceptos y de nuevos métodos de trabajo, y en la superación crítica de las deficiencias metodológicas del trabajo sistemático de Ameghino. También en la ubicación de la problemática de la filogenia de nuestros mamíferos en un sistema interpretativo coherente y elaborado, adecuadamente integrado con los conocimientos que se tienen sobre la evolución de las faunas de mamíferos en el mundo entero. Por obra de Simpson, y en menor escala también de Patterson, tenemos ahora un panorama actualizado y respaldado por un rigor científico de alto nivel, sobre la evolución de nuestros mamíferos en el Eo- y Mesocenoico. Pero no por eso exhaustivo ni indiscutible, ya que cierta unilateralidad de escuela se hace patente en las interpretaciones simpsonianas, sobre todo en lo que se refiere a los orígenes y a las relaciones biogeográficas de nuestras faunas de mamíferos. Yo creo que la actual generación debe tomar la aportación simpsoniana con un respetuoso espíritu crítico, igualmente distante de la actitud de aquellos que la rechazan torpemente como ajena a nuestra tradición científica, y de toda aceptación incondicional que se ampare en el hecho de que proviene de una gran autoridad y de un país más desarrollado científicamente que el nuestro.

Es también durante este período cuando trabaja para nuestra paleontología un notable investigador extranjero, el doctor Friedrich von Huene, a quien se debe lo fundamental de nuestros conocimientos sobre los dinosaurios argentinos. Huene realizó una aportación fundamental a nuestra ciencia, y también a la paleontología del Brasil, con sus exhaustivos trabajos sobre las faunas triásicas del vecino país. Casualmente, estos trabajos de Huene tienen especial importancia en la actualidad, ya que las recientes expediciones han demostrado que en la Argentina existen faunas de tetrápodos triásicos muy ricas, y que albergan una fauna similar a la brasileña. Los trabajos de Huene se cuentan entre los más consultados por la actual generación de paleontólogos argentinos. Su

aportación al conocimiento de las faunas de tetrápodos inferiores de América del Sur constituyen el núcleo fundamental de todo lo que sabemos sobre ellas. Las dificultades del idioma y las imprecisiones del método de Huene, hacen tarea ardua la utilización de sus trabajos. Sus aportaciones merecen ser sistematizadas críticamente.

Con el alejamiento del grupo Kraglievich-Castellanos-Rusconi-Parodi del Museo de Buenos Aires, comienza en esa institución la actividad de Alejandro Bordas, y posteriormente, de Noemí Cattoi. Ambos produjeron en este período un cúmulo importante de contribuciones sobre algunos grupos de mamíferos. Son quizá los primeros investigadores que cosechan las modificaciones introducidas en la metodología de nuestra disciplina por los trabajos de Simpson y las enseñanzas de Ángel Cabrera. Se debe a ellos una importante labor en la organización de la Sección Paleozoología de Vertebrados en la nueva sede del Museo de Buenos Aires, que con sus riquísimas colecciones y la incorporación de la Colección Ameghino se transforma en un centro fuertemente consolidado para los estudios en nuestra disciplina. Con los trabajos de Bordas y Cattoi, este centro sigue siendo preponderantemente paleoteriológico, mientras que el Museo de La Plata había ya superado esta unilateralidad con los descubrimientos de Frengüelli y de Cabrera, y las publicaciones de este último y de Huene, e incluso con el advenimiento de un especialista en paleoictiología en la persona de la recientemente desaparecida Matilde Dolgopol de Sáenz.

Este período introduce modificaciones importantes sobre el anterior. La centralización de la actividad paleontológica de Buenos Aires y La Plata, a pesar de que se mantiene en lo fundamental, es superada con la creación de dos centros importantes y activos en el interior: uno en Mendoza, y otro en Rosario. Si bien la paleoteriología sigue siendo el campo de actividad dominante, se producen avances importantísimos en los temas paleoherpetológicos, paleornitológicos y paleoictiológicos. Los especialistas comienzan a advertir que existe una imprescindible vinculación entre la temática paleontológica y la neontológica en el estudio de los vertebrados. Se introducen nuevos criterios y nuevos métodos en el ejercicio de la sistemática, que permiten superar el conocimiento de nuestros vertebrados. Continúa la labor exploratoria y la explotación de yacimientos; esto último, sobre todo, por parte de comisiones extranjeras. Se realizan importantes trabajos de revisión de faunas y de grupos. Se ajusta con más precisión la correlación de nuestra secuencia biogeocronológica cenozoica con el patrón geocronológico universal. La historia filogenética de nuestros mamíferos se incorpora a una reinterpretación integrada con los cono-



cimientos de la evolución de los mamíferos en otras partes del mundo. Se realiza el análisis crítico de los datos y las teorías interpretativas de Ameghino. Los aspectos más generales y especulativos quedan subordinados a un intenso trabajo de revisión analítica y revalorativa de los hechos. En otros sentidos, cabe señalar que sigue manteniéndose cierta rivalidad competitiva y aislamiento entre los especialistas, pero superada parcialmente por la existencia, en el Museo de Buenos Aires, de un período frustrado de intensa colaboración y trabajo armónico hasta el año 30, luego continuado a través de Bordas y Cattoi. Se inaugura también una más íntima relación entre el Museo de Buenos Aires y el de La Plata; primero, a través de la colaboración entre Kraglievich y Roth, y luego, entre Cabrera y Bordas y Cattoi. Los núcleos creados en el interior se desarrollan en completa desconexión con respecto a los centros de Buenos Aires y La Plata. La herencia ameghiniana se torna motivo de aparente enfrentamiento, más subjetivo que real, al pretender un grupo de cultores de nuestra disciplina mantenerla inalterada como símbolo de una adinámica tradición nacional en la ciencia de los vertebrados fósiles. La aportación extranjera es muy importante, y contribuye tanto o más que el esfuerzo de los investigadores nacionales. Éstos ven dificultada su labor por la escasez de medios económicos de las instituciones, y por la incidencia de factores que alteran la continuidad de los trabajos.

Este período es el del afianzamiento de la actividad nacional en nuestra disciplina. En él se precisa y se actualiza, no de manera coherente y programática, pero sí a través de una serie de resultados generales, la aportación fundamental, fáctica e interpretativa, que se incorpora a su temática y a su problemática en el período ameghiniano. Esta tarea no se cumple totalmente, y requiere ser completada aun hoy día. Al mismo tiempo, este período señala la incorporación de nuevos temas y de nuevos problemas a nuestros estudios, que adquirirán toda su dimensión en el presente. Persisten en él modalidades que requieren superación; pero se afianza paulatinamente una forma madura y responsable de ejercitar nuestras investigaciones.

#### **4) Período actual**

Este período no tiene inicios muy precisos. Está caracterizado por una serie de hechos que se gestan de manera paulatina y simultánea, cuyo origen ya se perfila en el período anterior. Pero que con su desenvolvimiento ulterior introducen modificaciones sustanciales en la paleovertebradología argentina. Los acontecimientos que generaron estas modificaciones obedecen más a las circunstancias del desarrollo general del país y del

mundo, que a causas o acontecimientos internos del desarrollo de nuestra disciplina. Si se requiriesen acontecimientos indicadores de un comienzo, podrían alegarse algunos, como el retiro de Alejandro Bordas del Museo de Buenos Aires, la aparición de los primeros trabajos de Jorge L. Kraglievich, el cierre del ciclo de la actividad de Ángel Cabrera en el Museo de La Plata, la aparición de las monografías de Rusconi sobre reptiles y la-berintodontes mendocinos, la de la obra de Simpson sobre las faunas de río Chico, Casamayor y Muster, hechos todos éstos más o menos coetáneos, pero ninguno de ellos definidor de un cambio sustancial. No hay un hecho nodal, como el que, con la muerte de Florentino Ameghino, define el comienzo del período anterior. Pero hay, indudablemente, una nueva cualidad, que culmina en el presente, en este nuevo período. Sus determinantes cuantitativos son múltiples, y su momento de eclosión resulta todavía difícil de precisar. Pero tiene mucho que ver, ciertamente, con las novedades políticas, sociales y culturales que la posguerra introdujo en nuestro país y en el mundo entero.

Uno de los rasgos fundamentales que caracterizan a este período, es el crecimiento masivo de los cultores de nuestra ciencia, y el surgimiento de nuevos centros de actividad paleontológica.

Alejandro Bordas, ya completada su formación, y cuando comenzaba a producir trabajos de valor, se retira del Museo de Buenos Aires, a causa de su desentendimiento con la nueva dirección peronista de la institución. Luego de su retiro, inician sus actividades en ese centro, regularmente, Jorge L. Kraglievich, y esporádicamente, Osvaldo A. Reig. El talentoso hijo de Lucas Kraglievich —que firmó algunos de sus primeros trabajos como Lucas J. Kraglievich— comienza su aportación a nuestra disciplina a la temprana edad de dieciséis años. Sus primeras contribuciones tienen agudo tono polémico, y dejan advertir, a la par que inmadura competencia, la incidencia de una formación familiar en la que se hizo culto de la reivindicación y la continuación del preclaro padre. Luego de un período de formación durante el cual, lamentablemente, publica cantidad de contribuciones inmaduras, pero que dan muestra de su excepcional talento, comienza a encarar con acendrado método y gran competencia interpretativa, varios temas de paleoteriología y estratigrafía neocenoicas que indican una promisoría perspectiva para el desarrollo de esas especialidades. Es de lamentar que en la actualidad debamos abrigar escepticismo sobre la continuidad de su vigoroso impulso. Motivaciones que todos conocemos, determinaron que hoy día este investigador se encuentre alejado de todos los centros paleontológicos del país. La doctora Cattoi toma a su cargo la jefatura de la Sección Paleozoología

de Vertebrados, y realiza continuada labor en un centro con colecciones inmensas y adecuado equipamiento, pero que adolece de falta de personal, y de medios económicos apropiados.

En La Plata, luego del retiro de Ángel Cabrera, comienza a perfilarse la aparición de una destacada figura en la persona de Rosendo Pascual. Este colega realiza durante varios años, juntamente con Lorenzo J. Parodi, una labor admirable en el ordenamiento de la vasta colección platenense, comenzando a la par sus prolijas investigaciones sobre notoungulados y otros grupos de mamíferos. El impulso dado por Pascual a la actividad paleontológica del Museo de La Plata es extraordinario, y a él se debe lo fundamental del incremento operado estos últimos años en nuestra disciplina. Ha logrado atraer hacia nuestros estudios a un núcleo importante de alumnos y de cultores jóvenes. Ha promovido y organizado expediciones de grandes resultados a los yacimientos eoceno-zoicos de Patagonia, y a los pliocenos de la provincia de Buenos Aires. Como profesor, ha puesto al día la actividad docente en nuestra disciplina, y ha promovido la creación de una licenciatura especial para la misma. Pascual es el primer especialista en el que la preocupación por formar discípulos y por organizar adecuadamente la investigación, es compartida con el ejercicio individual de los estudios paleontológicos. La incidencia de su labor ha transformado al Museo de La Plata en el más importante centro argentino en paleovertebradología. Este centro cuenta con la colección más importante y variada, laboratorios bien montados, apropiado equipo de técnicos, y el más numeroso elenco de cultores de nuestros estudios y de especialistas en formación. Con Rosendo Pascual, Lorenzo J. Parodi, Rodolfo Casamiquela, Andreína Ringuelet, Pedro Bondesio, Juan Pisano y varios alumnos de decidida vocación, se tiene en La Plata el núcleo más importante y más activo del país.

Pero antes de concretarse el auge actual del núcleo del Museo de La Plata, le tocó a un centro paleontológico del interior, que entra en escena en este período, lo fundamental del impulso que recibió nuestra disciplina en los últimos años. Me refiero al Museo Municipal de Ciencias Naturales y Tradicional de Mar del Plata, creado sobre la base de las colecciones de un aficionado, don Lorenzo Scaglia, pero que recibió su más importante impulso por obra de su director, Galileo J. Scaglia, hijo del anterior, y uno de los coleccionistas más capaces y fecundos de la historia de nuestra disciplina. Desde esta institución, Scaglia realiza una intensa campaña en la explotación de nuestros principales yacimientos de mamíferos fósiles, tanto en la provincia de Buenos Aires como en la Patagonia. En 1948, O. A. Reig ocupa la secretaría de la

institución marplatense, y comienza la organización y la determinación de sus ricas colecciones, tarea que luego continúa Jorge L. Kraglievich. El Museo de Mar del Plata edita en 1952 la primer entrega de su revista, iniciándose así una nueva publicación especialmente destinada a nuestra disciplina. Los descubrimientos de Scaglia han deparado novedades de gran interés. Su talento excepcional como coleccionista y preparador, ha hecho que su colaboración sea reclamada por los principales centros paleontológicos del país, y en los últimos años ha sido el principal animador de expediciones de gran aliento. Se debe a Scaglia y a la institución marplatense lo fundamental de los descubrimientos realizados en los últimos quince años. Este centro paleontológico cuenta ahora con una importantísima colección de mamíferos del Neocenoico bonaerense, que representa la documentación mejor registrada de las sucesiones faunísticas pliocenas y cuartarias de la región. Su personal es muy restringido, y no cuenta en la actualidad, luego del retiro de J. L. Kraglievich, con un especialista entrenado en la producción científica. Quizás alguno de los estudiosos que se forman en el Museo de La Plata puedan pasar, en un próximo futuro, a centralizar sus esfuerzos en esta importante institución del interior. La importancia de los yacimientos neocenoicos de la región de Mar del Plata justifica ampliamente que se aliente el desarrollo de este Museo, en el que deberían aglutinarse los esfuerzos de algunos activos y meritorios aficionados y coleccionistas marplatenses, entre los que merece destacarse la figura de Adolfo Martínez.

En otras localidades de la provincia de Buenos Aires se desarrollan también centros de aficionados y coleccionistas, y surgen importantes instituciones privadas, algunas de las cuales llegan a tener *status* más o menos oficial. El doctor Sargentini, secundado por varios colaboradores, crea uno de estos centros en Tres Arroyos, un Museo local de ciencias naturales que colabora activamente con el Museo de La Plata. En Jáuregui, José Mignone crea una colección del Cuartario, que enriquece con material plioceno, como resultado de varias excursiones, y con la que luego organiza un Museo público en Luján. En Mercedes, un activo grupo de hombres jóvenes de gran vocación ameghiniana, a cuyo frente estuvo José Bonaparte, crea el Museo Popular de Ciencias Naturales Carlos Ameghino, en el que hacen sus primeras armas varios cultores jóvenes de nuestra disciplina, incorporados ahora casi en su totalidad al Museo de La Plata. En San Antonio de Areco, Merti organiza un centro similar, que realiza alguna actividad paleontológica. En otros lugares del interior se organizan también museos y colecciones de este tipo. El descubrimiento de un mastodonte incompleto, da nacimiento

a una resolución provincial por la que se crea un Museo en Salta, que luego pasó a depender de la Universidad de Tucumán, y que contó con la presencia ocasional de algún cultor de nuestros estudios. En San Rafael (Mendoza), un grupo de jóvenes naturalistas dinámicos y entusiastas concretó hace pocos años la organización de un Museo Regional de Ciencias Naturales, que promete realizar actividad paleontológica. En Paraná, la vieja institución heredera del Museo de Scalabrini cobra cierto impulso bajo la dirección del profesor Badano, y se hace depositaria de una interesante colección de vertebrados de las barrancas del río Paraná. En Jujuy se reúnen algunas colecciones de vertebrados en el Instituto de Geología de la Universidad de Tucumán, y un especialista egresado del Museo de La Plata, el doctor Saturnino Iglesias, organiza un interesante Museo de exhibición. En Jacobacci (Río Negro), Rodolfo Casamiquela organiza un museo regional, en el que concentra material paleo-vertebradológico de la zona.

Uno de los acontecimientos más importantes de este período es la creación de un pujante centro en la ciudad de Tucumán: el Laboratorio de Vertebrados Fósiles del Instituto Miguel Lillo, que crece con notable fuerza desde su reciente fundación, que hemos realizado hace menos de tres años. Las posibilidades y los medios del Instituto Lillo, el apoyo de sus autoridades, y la feliz circunstancia de haber podido nuclear en este centro a figuras el valor de José Bonaparte y Galileo Scaglia, juntamente con la gran colaboración prestada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas en la financiación de expediciones de gran aliento, me ha permitido organizar allí un laboratorio de perspectivas muy amplias para el desarrollo de nuestra disciplina. Este laboratorio cuenta en la actualidad con una importantísima colección de distintas especialidades. Sucesivas expediciones al yacimiento de Ischigualasto, permitieron reunir la más importante colección del país en tetrápodos triásicos. Al mismo tiempo se realizaron expediciones a las provincias de Salta y Jujuy, que permitieron reunir material de anuros y mamíferos extinguidos; se adquirió la valiosa Colección Rusconi, y se incorporó al laboratorio una importante colección del Plioceno del valle de Santa María, que había realizado don Abel Peirano. Junto con Bonaparte y Scaglia, el laboratorio cuenta con un equipo bien integrado de técnicos y colaboradores, y con un taller adecuadamente equipado. Probablemente se justifique concentrar en él lo fundamental de las investigaciones sobre tetrápodos inferiores, y orientar su desarrollo especialmente en esa dirección, y en la explotación y el estudio de los materiales de los yacimientos de la región norte y noroccidental del país.

En el centro del país, la Cátedra de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Córdoba promete transformarse en un centro activo para nuestra disciplina. El colega doctor Pedro Leonardi, que está al frente de dicha cátedra, y que tiene gran interés por nuestra ciencia, dirige sus esfuerzos hacia la concreción de ese propósito, cuya realización sería sumamente oportuna, ya que contaría con el respaldo de una importante universidad, de un gran centro urbano, y de una temática regional particular y hasta ahora pobremente conocida.

Vemos que este período actual es escenario de una marcada pluralización en el desarrollo de centros y de colecciones paleontológicas. Este fenómeno ha obedecido a un incremento del interés por los estudios sobre los vertebrados fósiles, surgido espontáneamente en distintos sectores que no estaban conectados con los grandes centros nacionales de nuestra disciplina. Junto con ello, se ha dado la creación de algunos centros por iniciativa de especialistas formados, que estaban justificados por el desarrollo de una fuerte institución, o por las perspectivas de una región. Al mismo tiempo, se han fortalecido algunos centros tradicionales, como el Museo de La Plata, y han declinado otros. Yo creo que este panorama exige una consideración sobre cuál debe ser la política de los especialistas responsables hacia el desarrollo de los centros de actividad paleontológica. Y me parece que un análisis realista de la situación aconsejaría manejarse con prudencia en este problema. No creo que en las actuales circunstancias existan en el país fuerzas que permitan respaldar el desarrollo responsable de más de cinco o seis centros de investigación en paleontología de vertebrados. Cabe tener en cuenta que para que un centro científico en nuestra disciplina pueda tener significación, y ofrecer las garantías de perdurabilidad que deben exigirse para respaldar la responsabilidad de ser asiento de una colección paleontológica científicamente utilizable, debe contar con el apoyo financiero de una institución o de un organismo del Estado, estar asentado en un centro urbano y cultural de envergadura, poder nuclear a por lo menos dos o tres personas, entre las cuales haya un investigador formado, y estar emplazado en una región que no entre dentro del campo de influencia y de actividad natural de otro centro importante. Yo creo que estas condiciones se dan o se pueden dar sólo para un número limitado de los centros paleontológicos que existen en el país, entre los cuales debemos contar al Museo de La Plata, Museo Argentino de Ciencias Naturales, Instituto Miguel Lillo, Museo de Mar del Plata, Museo de Historia Natural de Mendoza, e Instituto de Fisiografía de Rosario. Incluso advierto que nuestras fuerzas no alcanzarían en la actualidad para asegurar, en todos estos cen-



tros, una actividad equiparable. Quizá lo aconsejable sería que durante el próximo lustro se concentre nuestra actividad especialmente en las tres primeras instituciones mencionadas, lo que no debería significar que nuestros esfuerzos no deban ser inteligentemente dirigidos a asegurar el florecimiento de los tres restantes luego de esta etapa, cuando puedan ser enriquecidos por la aportación de nuevos cuadros que se formen en Buenos Aires, La Plata y Tucumán. Y en cuanto a los centros de aficionados de otros lugares y de localidades de importancia secundaria, creo que deben ser mirados con simpatía, y que debe brindárseles apoyo como centros regionales de difusión de la ciencia que cumplan una función didáctica y de cultura popular. Y que al mismo tiempo habría que ganar a sus promotores a la idea de que su proyección científica responsable sólo puede estar garantizada mediante una estrecha vinculación con las instituciones importantes de nuestras ciencias naturales, que se encuentren más próximas. Habrá que tratar de convencer a algunos aficionados de vocación, que las exigencias actuales de la ciencia y las posibilidades que el país ofrece hoy día para su desarrollo, no permiten ni justifican el surgimiento de especialistas y de centros de investigación que se inspiren en el ejemplo de la formación como científicos de los primeros cultores de nuestra disciplina.

Casualmente existe en la actualidad, a través de la Asociación Paleontológica Argentina, el organismo que puede atender aspectos que, como el que hemos analizado, hacen al desarrollo racional de nuestra disciplina. La creación de esta Asociación, en 1955, constituye uno de los acontecimientos más importantes de este período. El objetivo inicial de la A. P. A., cuya creación fue propiciada por iniciativa, entre nuestros colegas, de Osvaldo A. Reig, Rosendo Pascual y Noemí V. Cattoi, fue el de aunar las fuerzas que en el país, dispersas, ejercitaban de una u otra manera la labor paleontológica. Ese objetivo se cumplió en lo fundamental, y determinó un hecho nuevo y auspicioso para nuestra ciencia: el surgimiento del intercambio estrecho y del afianzamiento de las relaciones entre los científicos y las instituciones; con ello, el surgimiento de la posibilidad de la coordinación de la investigación y de las tareas de campo. La Asociación ha sabido hacer superar la antinomia que existía al principio de este período y en el anterior, entre los aficionados y coleccionistas, por un lado, y los científicos de formación universitaria, por el otro, y trata empeñosamente de hacer desaparecer viejos resentimientos y rivalidades de escuela que puedan todavía tener negativa influencia sobre la unidad de los cultores de la ciencia de los fósiles. Y ha logrado que la mayoría abrumadora de ellos formen una familia unida, discutan

en común sus problemas, esbocen planes en equipo, y realicen expediciones colectivas.

Este nuevo espíritu ha hecho posible una elevación del nivel de consideración de la problemática paleontológica y una superación creciente del nivel de los trabajos, que se ha visto favorecido por el intercambio desinteresado y la crítica constructiva entre los especialistas. Las técnicas y métodos de trabajo modernos se han incorporado férreamente a nuestra labor. Los problemas interpretativos y de proyección teórica interesan de más en más. Se ha incorporado a la posición de la mayoría de los cultores de nuestra disciplina la conclusión de la unidad estrecha que existe entre el campo neontológico y el paleontológico. Ha surgido también una conciencia nueva en cuanto a la necesidad de organizar nuestra labor con las miras puestas en el desarrollo de nuevos técnicos y nuevos especialistas. Tal conciencia no excluye, sino que reclama, la colaboración y la participación de científicos extranjeros; pero trata de que la misma se realice para beneficio de nuestra ciencia nacional, enriqueciendo la experiencia de nuestros cuadros, y fortaleciendo los centros de investigación existentes.

Hablamos de ciencia nacional, y se nos podrá replicar que la ciencia es una actividad para la que no cuentan las fronteras políticas. Nada más claro en nuestro espíritu que este hecho. Participamos del punto de vista de que la actividad científica es esencialmente internacional, y que sólo a través del más amplio intercambio entre los científicos de todos los países puede alcanzar sus oportunas síntesis y atender a la solución de sus problemas. Cuando hablamos de nuestra ciencia nacional no queremos reivindicar la existencia ni el desarrollo de formas particulares de ejercitarla, distintas de las de otros países, ni pretendemos anteponer nuestros intereses de nación a las necesidades del desarrollo de la ciencia en el mundo entero. Pero los científicos de cada país tienen la responsabilidad de asegurar el desarrollo de los estudios de su pertinente disciplina en su propia patria, porque cuanto más fuertes e individualizados sean los núcleos nacionales de especialistas de cada ciencia, más beneficios cosechará el avance de los conocimientos en la escala de la humanidad entera. De este punto de vista, se justifica que pongamos énfasis en defender el desarrollo de nuestra ciencia nacional, entendiendo que nuestra soberanía científica es uno de los requerimientos indispensables para asegurar la aportación argentina a la ciencia universal.

Estamos, pues, ante un cambio fundamental en la situación y en las perspectivas de nuestra ciencia paleontológica. Ahora resulta inadecuado caracterizar las tendencias y las aportaciones a nuestra disciplina por

las particularidades de la labor de una u otra personalidad destacada. Se cuenta con varias personalidades destacadas, y se debe juzgar en conjunto para alcanzar un criterio de caracterización. Por otra parte, ya no tiene el mismo significado la centralización metropolitana en la actividad paleovertebradológica, pues han surgido centros importantes y de buenas perspectivas en el interior del país. Estamos también ante una integración multilateral de la temática de nuestras investigaciones, pues se ha superado la marcada preponderancia paleoteriológica de los períodos anteriores, sustituyéndola por un quehacer balanceado entre el estudio de los mamíferos, los reptiles, los anfibios y las aves. Contamos al mismo tiempo con nuevas posibilidades económicas para el desarrollo de nuestros trabajos. La mayor parte de nosotros pertenecemos a instituciones que, con mayor o menor potencia, cuentan con medios y posibilidades para estimular nuestras vocaciones. Al mismo tiempo, nuevos y sensacionales descubrimientos han hecho variar el panorama de las preocupaciones de nuestros especialistas, y han hecho surgir nuevos problemas en la organización de nuestros trabajos. Tenemos por delante un trabajo ingente y novedoso, y constituimos una fuerza que, unida y coordinada como se está caracterizando, puede iniciar grandes empresas, para cuya realización no faltan, en la actualidad, los medios fundamentales. Ahora resultaría casi vicioso achacar a las dificultades económicas o a la hostilidad del ambiente, las inconsecuencias de nuestro trabajo. No hay duda que subsisten algunas dificultades, y que algunos centros ven dificultado su desarrollo, por falta de medios, o por la imposibilidad de incorporar nuevo personal a su seno. Pero son dificultades que pueden ser superadas en la medida en que nuestro esfuerzo común lo reclame.

Es por eso que resulta en este momento tan oportuno que tratemos de fijar nuestros objetivos, organizar nuestras fuerzas y planificar nuestro trabajo. Trataremos de analizar ahora algunos aspectos de esta tarea.

### III. — ALGUNOS ASPECTOS DE LA PROSPECTIVA DEL ESTUDIO DE LOS VERTEBRADOS FÓSILES ARGENTINOS

En el capítulo anterior —y sobre todo, al analizar las características del período actual y del inmediatamente anterior del desarrollo de la paleontología de vertebrados argentina— hemos considerado parcialmente ciertos lineamientos que parecen aconsejables para su desenvolvimiento futuro. Hemos insistido en lo que creemos que es la mejor política para el desarrollo de los centros y de las instituciones paleontológicas. Hemos

tratado, también, de caracterizar cuál puede ser la justa actitud ante la antinomia aparente entre el enfoque neontológico y el paleontológico, y de precisar cuál debe ser la forma de considerar y de incorporar en nuestro programa actual las características del legado ameghiniano. Nos falta considerar una prospectiva de la temática de nuestra ciencia que surja de un análisis de lo realizado y de una presentación objetiva de lo que queda por hacer. Nos falta también tratar algunos aspectos organizativos de nuestra actividad.

### **1) Breve consideración sobre la situación del conocimiento del registro documental de los vertebrados fósiles argentinos, y sobre las tareas más urgentes de su completación y desarrollo**

Con las aportaciones de Florentino Ameghino y de sus coetáneos nacionales, junto con las contribuciones extranjeras como las de Scott y Sinclair, Loomis, Gaudry y otros, se constituye un sólido fundamento en el conocimiento de nuestros mamíferos extinguidos, particularmente del Terciario inferior y medio. Pero, a pesar de su carácter monumental y de sus grandes implicancias generales, fue un fundamento en el que muchos problemas quedaron tratados de manera preliminar, un sólido punto de partida y una serie de caminos abiertos para las generaciones que vinieran. En condición similar —aunque, por razones obvias, era más fragmentario, pero más meticuloso en los detalles— estaba el conocimiento que habían legado Burmeister y los investigadores extranjeros que lo precedieron, conocimiento que se refería especialmente a los mamíferos extinguidos del Cuartario de la Región Pampeana.

Scott y Sinclair investigaron de manera exhaustiva y en el nivel más adelantado de la época, la riquísima fauna santacrucense en su conjunto. En el período post-ameghiniano, las distintas faunas pliocenas son tratadas en revisión preliminar por Rovereto, habiéndose visto su conocimiento ulteriormente enriquecido por obra de Lucas Kraglievich y de Cabrera, de Castellanos y de Rusconi. Se hacen también avances notables en el conocimiento de la fauna cuartaria y de las aves terciarias; las aportaciones de Huene sobre nuestros dinosaurios incorporan los reptiles mesozoicos a nuestros estudios.

Un hecho dominante en este período es la revisión de las faunas de mamíferos del Terciario Antiguo emprendida por Simpson y por Patterson. Esta revisión coloca ya al conocimiento de nuestros mamíferos eo- y mesocenoicos en un nivel de depuración y de actualización adecuados,

a pesar de que en esa obra existan lagunas motivadas por la falta de materiales, y por el hecho de que algunos grupos no han sido todavía revisados. Los trabajos de Bordas, Cattoi, Cabrera, Castellanos y Rusconi proporcionan revisiones de grupos, como los dasipódidos, gliptodontes, megaterios, tipoterios, borhiénidos, cetáceos, etcétera. Además, Cabrera y luego Rusconi abren el panorama del interés por nuestros vertebrados triásicos y jurásicos con los descubrimientos de ictiosaurios, plesiosaurios, laberintodontes y terápsidos. Estos mismos autores, y también Bordas y Matilde Dolgopol —y últimamente, Bobb Schaeffer—, contribuyen al conocimiento de nuestras faunas paleoictiológicas.

En el período actual se incrementa notablemente el conocimiento de las faunas de mamíferos neocenoico, por obra de Rusconi, Castellanos, Jorge L. Kraglievich, Noemí Cattoi, Osvaldo A. Reig, Rosendo Pascual y Galileo Scaglia. El Museo de Mar del Plata cumple un extraordinario papel en esta empresa. Pero también se registra un nuevo interés por nuestras faunas eocenoico, cuyos yacimientos merecen varias expediciones, y el comienzo de la organización de una investigación detallada por parte de Rosendo Pascual y sus discípulos. La expedición que organizó en 1957-58 la Universidad de Harvard, y los trabajos de campo ulteriores del Laboratorio de Vertebrados Fósiles de Tucumán y del Museo de La Plata y del Museo de Buenos Aires, contribuyen de manera muy especial a documentar la riqueza de nuestras faunas triásicas. Por otra parte, una valiosa contribución de Schaeffer, y el ulterior y sensacional descubrimiento del *Notobatrachus*, enriquecido por el hallazgo subsiguiente de anuros cretácicos en Salta, y otros muy significativos en el Cenozoico patagón, incorpora el estudio de los anuros extinguidos como campo muy importante de nuestra actividad, al que dedican contribuciones Casamiquela y Reig.

Este panorama tan general, y forzosamente tan omitivo, puede ayudarnos a descubrir cuáles son los objetivos más urgentes en nuestra tarea de completar y poner al día el conocimiento de la base documental de la historia de nuestras faunas de vertebrados. Creo, en primer lugar, que es objetivo central de esa tarea, enriquecer lo más posible nuestro registro biogeocronológico, para lo cual se justificará que estudiemos un plan de actividades de campo y de revisiones de faunas, que complete el cuadro actual de nuestros conocimientos. Lo dominante en las tareas que hemos venido desarrollando estas dos últimas décadas, es la revisión de grupos de mamíferos. Creo que va a ser necesario, a la par de continuar desarrollando esos trabajos, fundamentar previamente con más hechos generales las sucesiones faunísticas, y realizar más trabajos de



revisión de faunas, trabajos que, por otra parte, ya están siendo emprendidos por algunos de nosotros. Habrá que poner el acento, en cuanto a nuestros mamíferos, en cinco temas principales: 1º) el aumento de las colecciones y la revisión descriptiva de las faunas riochiquense y casamayorense, poco o mal representadas en nuestras colecciones nacionales; 2º) de las faunas mustersenses y deseadenses, que adolecen de la misma insuficiencia; 3º) de las del Santacruciano, tan ricas y tan incompletas en nuestros museos; 4º) de las friasianas y chasiquianas, que representan puntos todavía oscuros, y, finalmente, 5º) de las del Meso- y Neocenoico.

Por otra parte, la incorporación trascendente a nuestra temática paleovertebradológica de las faunas de tetrápodos triásicos, que tuvo lugar en la última década, señala un nuevo motivo de concentración en nuestra inmediata actividad: el estudio sistemático de los yacimientos y de las colecciones de reptiles mesozoicos. A esta actividad deberá dedicarse especial atención en las tareas de campo, pues resulta previsible que los yacimientos que conocemos puedan repetirse en muchas otras zonas de la región precordillerana y de otros lugares del país.

Un aspecto muy descuidado es el de la búsqueda de vertebrados fósiles en nuestro Cretácico. En este sentido, se presentan como urgentes dos tareas: el trabajo explorativo minucioso del Chubutiano patagónico, y la exploración de los enormes y tan vastamente distribuidos afloramientos del Cretácico en el Norte.

Hay, por otra parte, temas que han merecido aportaciones preliminares, y que están avanzados y maduros para su concreción monográfica. Esto es particularmente válido, e importante su realización, para las faunas neopliocenas y eocuartarias del sur de la provincia de Buenos Aires, y creo que habría que aconsejar que la completación de esos trabajos esté entre los primeros objetivos a satisfacer en estos próximos años.

Contamos en la actualidad con especialistas de distinto nivel y en distinta etapa de desarrollo para encarar una vasta tarea en temas paleontológicos, paleoherpetológicos y paleobatracológicos. No sucede lo mismo con aquellos que puedan abordar el estudio de nuestros peces fósiles, cuyo conocimiento es hasta ahora tan preliminar, y que se está descubriendo que son muy abundantes en distintas formaciones de nuestro país. Para superar esta situación, sería muy conveniente que aquellos colegas que por su función docente están en condiciones de orientar formativamente a futuros cultores de nuestra disciplina, traten de estimular en alguno de ellos la vocación paleoictiológica.



Contamos también con excelentes técnicos coleccionistas y restauradores. Sin embargo, su número es limitado, y no alcanza a cubrir las necesidades de más de una o dos instituciones. Será necesario considerar con toda atención este hecho. El técnico paleontólogo es un colaborador imprescindible e insustituible para nuestra disciplina; y no podrán ser muy grandes nuestros avances futuros, si no propendemos a la formación de nuevos técnicos, que reciban las enseñanzas de los destacados maestros en estas artes con que contamos en la actualidad.

Si cumplimentamos con éxito estas tareas, llegaremos a tener un cuadro documental satisfactorio de las sucesiones faunísticas de nuestros vertebrados a lo largo del registro geocronológico. Probablemente, el perfeccionamiento y el enriquecimiento de este cuadro documental será tarea permanente para nosotros; pues, dado el carácter y la forma de obtención de los datos con que trabajamos, siempre estará abierta la posibilidad de que se realicen nuevos descubrimientos que deban ser incorporados al registro de los hechos de nuestra disciplina. Inmensas superficies de nuestro territorio están todavía semiexploradas, y es muy poco lo que en él puede considerarse bien trabajado por la prospección paleovertebradológica. Pero aun cuando esta prospección haya alcanzado a cubrir satisfactoriamente la totalidad de nuestras extensiones, siempre podrán surgir nuevos descubrimientos que deban ser incorporados a nuestro cuadro documental, exigiéndonos que le dediquemos algún retoque o alguna ampliación. Países cuyos yacimientos de vertebrados fósiles son tan bien conocidos y han sido tan trabajados, como Alemania, Francia o Inglaterra, nos ofrecen hoy día nuevos e inesperados descubrimientos. Con todo, en esos países la frecuencia del hallazgo de nuevos hechos que modifiquen los conocimientos adquiridos, es relativamente rara, por lo que los investigadores alemanes, franceses o ingleses tienen la posibilidad de dedicarse con más intensidad al aborde de problemas teóricos, o al estudio de los documentos paleontológicos descubiertos en países peor explorados; el nuestro, por ejemplo.

La consideración de lo realizado hasta el presente, y la compulsa de lo que aún debemos realizar para completar el cuadro del registro biogeocronológico de nuestros vertebrados, unido al hecho de que es fácil advertir lo mucho que queda todavía por hacer para completar la etapa explorativa en el desarrollo de nuestra disciplina, nos pone ante la inmensa magnitud del trabajo que debe llevarse a cabo para llegar a contar con un panorama apropiado de la presentación de los hechos sobre los que trabaja la paleozoología de los vertebrados. Advirtamos que con ese trabajo sólo habremos obtenido un cuadro satisfactorio y mucho más

rico que el actual, de evidencias fácticas, y que con su realización exclusiva estaremos todavía lejos de haber avanzado en los objetivos de nuestros estudios.

¿Querrá decir esto que deberemos ocuparnos por un largo período, que quizá supere el lapso de nuestras vidas, a la tarea exclusiva de completar el registro documental de la historia de nuestras faunas de vertebrados, postergando para otras épocas y otras generaciones, u ofreciendo a los investigadores de otros países, la oportunidad de interpretar y de extraer conclusiones teóricas de los documentos que así proporcionaremos? ¡Desde luego que no! Mi respuesta no puede ser otra, ya que entiendo que pretendemos ser científicos, y que la ciencia es mucho más que la sola recolección y ordenamiento de hechos. Recordemos, a este respecto, las palabras recientemente pronunciadas por Bernardo Houssay: "No es investigación científica original, o básica o fundamental..., la sola acumulación de datos o números, ni la simple identificación de animales o plantas o estrellas conocidos..." (5) Por más que en la determinación de nuevos restos que se descubran, o en la revisión sistemática de una fauna o de un grupo taxonómico, debamos hacer uso de un cúmulo muy grande de conocimientos teóricos y de afinados métodos de observación y de análisis, nuestra tarea verdaderamente científica no finaliza, sino que sólo comienza, una vez determinado un nuevo descubrimiento, una vez revisados los taxones de una fauna, o depurado el conocimiento de las especies de un cierto grupo de animales extinguidos. Vale la pena, entonces, que nos dediquemos a analizar la cuestión de los objetivos de nuestros estudios y de las maneras de ejercitar la investigación en nuestra disciplina, cuestión sumamente importante, cuyo esclarecimiento es quizá lo que más significación puede tener para los progresos ulteriores de los estudios de nuestra vocación.

## **2) Los objetivos de la investigación en la paleontología de vertebrados, y discusión de su individualidad como campo del conocimiento científico**

En un ensayo reciente, (6) en el que discutimos distintas corrientes de interpretación con respecto a la ubicación dentro de las ciencias natu-

(5) B. Houssay, "Misión y responsabilidad del investigador científico", conferencia pronunciada en el acto de clausura de la Reunión Conjunta de Comisiones Asesoras y Regionales del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, el 9 de abril de 1961. (Hay edición en mimeógrafo.)

(6) O. A. Reig, "Acerca de la ubicación de los estudios paleontológicos", *Holmbergia*, VI, 15 : 19-45; Bs. As., 1959.

rales de los estudios paleontológicos y con respecto a sus objetivos, hemos llegado a la conclusión, en primer lugar, de que estos estudios no pertenecen al campo de la geología, sino al de la biología, y, en segundo lugar, de que dentro de esta última no se justifica que los separemos en una disciplina independiente, distinta de la zoología y de la botánica. La consecuencia de esa conclusión podrá parecerse paradójica, pues nos lleva a tener que afirmar que no puede defenderse la existencia de una ciencia particular llamada paleontología. No existirían razones para separar los estudios sobre los animales y las plantas extinguidos en una disciplina unificadora, ya que los primeros entran dentro de los objetivos de la zoología, y los segundos, de los de la botánica. Esto se entiende, si admitimos el hecho de que la zoología y la botánica son las dos grandes divisiones de la biología, cuya diferenciación se justifica por el hecho de que cada una de ellas atiende al estudio integral de las dos formas fundamentales de organización de la sustancia viva: la animal y la vegetal; y si advertimos que no existe ninguna diferencia radical, que nos permita concluir que los animales y las plantas del pasado —objeto del estudio de la paleontología— presentan signos cualitativos distintos de los que poseen los animales y las plantas vivientes. Animales vivientes y extinguidos, y plantas vivientes y extinguidas, definen la temática de las dos grandes divisiones de la biología: la zoología y la botánica. De ahí se desprende que la temática paleozoológica es parte de la temática zoológica. Pero al mismo tiempo, también surge de lo anterior que no hay razones para separar los estudios sobre los animales fósiles en una disciplina independiente dentro de la zoología. Dentro de esta última ciencia es lícito distinguir disciplinas subordinadas, cada una de las cuales atienda al estudio de grupos de animales bien diferenciados, como la acarología, la entomología, la ornitología, la ictiología, la teriología, etcétera. Y en cada una de estas disciplinas subordinadas debe incorporarse el estudio de los representantes tanto vivientes como extinguidos del grupo zoológico que las define. En realidad, la investigación sobre los peces fósiles se relaciona en primer lugar con el estudio de los peces vivientes; y existe mucho más contacto —ya que la temática y la problemática es la misma: los peces— entre un paleoictiólogo y un ictiólogo que entre aquél y un estudioso de los mamíferos o de los hongos extinguidos. En el artículo que mencionamos se encontrarán con mucho más detalle los argumentos que nos han llevado a esta conclusión.

En las páginas anteriores hemos señalado también algunos de los vicios que tienen su consecuencia en el planteo de un campo paleon-

tológico y un campo neontológico separados dentro de la investigación. En realidad, los paleontólogos de vertebrados no somos otra cosa que zoólogos de vertebrados que ejercitamos unilateralmente el estudio de los representantes extinguidos de ese grupo zoológico. El objetivo de nuestros estudios no es distinto de aquel que interesa al zoólogo de vertebrados. Y este objetivo está precisado en el propósito "de conocer, pero sobre todo de *entender*, la forma, la estructura y el comportamiento de los seres vivos (en este caso, los vertebrados); los factores químicos y físicos de su funcionamiento; su desarrollo, reproducción y genética; su relación con el medio no viviente, y entre unos y otros, y su historia racial". (7) Añadiremos, también: indagar los fenómenos y tratar de descubrir las leyes que se manifiestan a lo largo de su historia evolutiva y de su distribución en la tierra; ubicarlos en un sistema natural que represente dicha historia evolutiva, y elaborar los principios de dicho sistema.

Éstos son los objetivos cuya obtención debe ser el motivo de la labor de aquella parte de la zoología que estudia los vertebrados: objetivos generales de la biología circunscriptos a un tipo de organización determinado del mundo biológico: los vertebrados. Pero podemos advertir enseguida, que la evidencia relacionada con los vertebrados extinguidos no permite abordar todos estos objetivos, ya que lo que conocemos de los mismos son solamente despojos de la organización esquelética —y de otras partes duras— de seres que no podemos estudiar al estado viviente. Por lo tanto, objetivos tales como el estudio de los factores químicos y físicos de su funcionamiento, su reproducción y genética, nunca podrán ser alcanzados en lo que respecta a los vertebrados extinguidos. Y su forma, su estructura, sus relaciones con el medio en general, su embriología, siempre serán conocidas de manera más fragmentaria que en los vertebrados vivientes. Pero al mismo tiempo, los extinguidos proporcionarán el material fundamental para el estudio de su historia evolutiva y biogeográfica. ¿Quiere decir esto, entonces, que se justifica afirmar que el estudio de los vertebrados extinguidos tiene objetivos diferentes que el estudio de los vivientes? De ninguna manera. La única diferencia está en que el material paleontológico sólo permite abordar alguno de los objetivos generales del estudio de los vertebrados, y otros, no; y que por el hecho de que representa la evidencia de la marcha de la evolución histórica del grupo, puede enriquecer más especialmente este último objetivo. Por otra parte, sólo se pueden adqui-

(7) Agnes Arber, *The mind and the eye*, Cambridge Univ. Press, 1954 : 3. (El subrayado es de la autora.)

rir conocimientos completos en el estudio de los vertebrados, cuando los datos neontológicos y los paleontológicos se integran en un mismo objetivo a alcanzar. Decíamos así, en el ensayo nuestro a que hicimos referencia (pág. 41): "El objetivo del trabajo zoológico debe ser, por ejemplo, el conocimiento global de todo lo que se relaciona con los animales; y esto sólo puede ser alcanzado exitosamente en la medida en que se unifiquen las evidencias y los conocimientos aportados tanto por el campo neontológico como por el paleontológico. Si un mastozoólogo se propone, para citar un caso, estudiar las relaciones naturales entre los distintos géneros de didélfidos, la historia evolutiva de esta familia de marsupiales y la interpretación de los rasgos de su distribución geográfica, las conclusiones que podría alcanzar serían precarias, si no manejase tanto la evidencia aportada por las formas vivientes como las que surgen del registro paleontológico de la familia. En la misma forma, si un especialista en mamíferos fósiles se propone estudiar los didélfidos extinguidos, sólo puede tener éxito adecuado en su empresa, si adquiere un conocimiento de primera mano sobre las formas vivientes de la familia".

El paleontólogo de vertebrados no representa a una disciplina con objetivos diferentes de la zoología de vertebrados, y no es correcto que ejercite sus investigaciones desvinculado del estudio neontológico de estos animales. ¿Qué sentido tiene, entonces, que existan centros independientes para el estudio de los vertebrados fósiles, y que hablemos de las tareas de la paleovertebradología argentina, y de las maneras de ejercitar la investigación en este campo de la ciencia? Esta pregunta parece obvia, y sería inmediata una respuesta negativa, a nuestro juicio, si sólo se tratara de considerar aquí los objetivos generales y los aspectos teóricos de la investigación. Pero sostenemos que existen sobradas razones —sin entrar a considerar el peso de la tradición en el orden mundial en el ejercicio de nuestra ciencia— para justificar el mantenimiento de centros paleovertebradológicos en los que se organice una actividad específica, y para reivindicar el mantenimiento de una cierta autonomía en el desarrollo de estos estudios. La razón más importante es de índole práctica, y atiende al hecho de que las técnicas de obtención de los documentos paleontológicos, las tareas de su restauración y acondicionamiento, las instalaciones, el instrumental y otros medios que se requieren para desarrollarlas, y el tipo de organización que debe tener una expedición paleontológica, son específicos y ajenos a las modalidades que estas mismas tareas revisten en el trabajo neontológico. Ningún paleontólogo se dispondrá jamás a trampear un terápsido, ni ningún mastozoólogo tratará nunca de obtener un ratón viviente armado de martillo

y cortafierro. Otra razón está en el hecho de que la tarea de la elaboración primaria del material fáctico sobre los vertebrados fósiles: su determinación y su descripción, y su ubicación en el registro geocronológico, requiere técnicas —aunque no métodos— distintos de los de la zoología neontológica, y la aplicación de criterios estratigráficos que son ajenos a esa actividad. Pero advirtamos bien que este distingo sólo tiene significación en la primera etapa del estudio de los vertebrados extinguidos, en la presentación y análisis de los hechos. Estas diferencias no tienen significación alguna cuando se trata de interpretar estos hechos incorporándolos al objetivo de extraer de ellos generalizaciones y conclusiones que representen el verdadero conocimiento científico. Junto con las anteriores, una última razón que puede explicar la necesidad de mantener una actividad paleovertebradológica diferenciada, está en el hecho de que existen grupos completamente extinguidos de vertebrados —tecodontes, saurisquios, terápsidos, etc., etc.— que no son estudiados por ninguna disciplina neontológica. Podremos advertir que estas justificaciones son exclusivamente pragmáticas. De ellas no surgen argumentos para diferenciar, epistemológicamente, una disciplina paleontológica distinta, dentro de la biología. La autonomía de la paleovertebradología dentro del estudio de los vertebrados, sólo está justificada en la etapa analítica de la investigación. A través de ese ejercicio autónomo de la labor científica llegan al hombre de ciencia los materiales fácticos sobre los que debe iniciar otras etapas de su labor, que son las que realmente definirán la calidad de su aportación científica. Tenemos que tocar aquí el tema de las etapas en el desarrollo de la investigación, y estudiar algunas de las modalidades que deben ser atendidas para su cumplimentación, en relación con nuestra disciplina.

### **3) Las etapas de la investigación científica en el estudio de los vertebrados, y algunas modalidades necesarias para su cumplimentación**

Hemos insistido ya sobre el hecho de que la determinación de nuevos materiales que los descubrimientos nos proporcionen, y la tarea de realizar revisiones de grupos sistemáticos y de faunas extinguidas, deben ser considerados sólo como distintas formas de organizar el material fáctico para nuestros estudios. Y que por más grande y compleja que sea esta tarea, la característica verdaderamente científica de nuestro trabajo sólo comenzará cuando iniciemos la interpretación de esos documentos. Una vez determinado, revisado y adecuadamente presen-



tado el material fáctico, nuestro trabajo debe dirigirse a incorporar estos datos en un determinado cuadro interpretativo de los acontecimientos de la evolución de nuestras faunas; a formular las hipótesis que permitan interpretar el nuevo hecho, y a tratar de verificarlas; a estudiar la significación del grupo revisado, y los ejemplos que proporciona, dentro de los problemas de la evolución filogenética del taxón al que está subordinado; a fijar su incidencia para tal o cual teoría de interpretación de la evolución morfológica o de la biogeografía histórica, etc., etc.

Y todavía con esto no agotaremos los temas de nuestro trabajo, ya que habremos ejercitado sólo una interpretación inmediata del material fáctico que habíamos logrado clasificar, o cuya presentación habíamos depurado a través de una revisión. Queda todavía la posibilidad de que los nuevos hechos de que se dispone, brinden la perspectiva de enriquecer niveles más integrativos y más elevados entre los que son objetivo de nuestra disciplina. Pueden confirmar o disconfirmar teorías muy generales, o proposiciones nomológicas más o menos establecidas, del tipo de la "ley" del aumento progresivo de la talla, de la irreversibilidad del proceso evolutivo, de la recapitulación de la filogenia a lo largo de la ontogenia, o la teoría tritubercular de la evolución de los molares, o los principios de Matthew o de Darlington sobre la dispersión geográfica, para no citar más que algunos ejemplos. Y puede que el investigador, cuando tenga temperamento especulativo y filosófico, no quede satisfecho con detener allí su indagación, y se preocupe por extrapolar las consecuencias de los hechos que domina a un campo todavía más general y sintético, como ser el análisis crítico de los principios de la sistemática, o el contenido lógico de las leyes biológicas, o el planteo del sentido del concepto de progreso para la evolución, o la significación ontológica del paso de una categoría sistemática a otra, etc., etc.

Con lo dicho nos hemos aproximado a la delimitación de ciertas etapas en el desarrollo de la indagación científica, etapas que están subordinadas entre sí, y que representan una integración creciente de la temática de la investigación, desde los hechos originales hasta las más amplias generalizaciones. Estas etapas no son hitos metodológicos necesarios en el ejercicio de la investigación, como los cinco primeros pasos que señala Agnes Arber en su magnífico libro citado, y que podemos resumir de la siguiente manera: 1º) Elección de un problema genuino; 2º) análisis y organización de los datos relevantes; 3º) interpretación de los hechos ordenados; 4º) verificación de la validez de la interpretación, y 5º) comunicación escrita del curso y los resultados de la investigación. Arber distingue también una etapa final y 6ª), que sería practicada oca-

sionalmente por algunos investigadores que se ven incitados a contemplar los resultados de su trabajo en el contexto del pensamiento en general, "para criticar sus suposiciones previas y el modo de razonar que emplea, y para descubrir cómo están interconectados los elementos intelectuales y los sensitivos que le están incluidos". (8) Nosotros nos hemos propuesto definir una secuencia de etapas para llegar al conocimiento más general y trascendente, en las que quedan incorporados los distintos escalones en el ejercicio de la investigación que distinguió Arber, secuencia que puede resumirse en la siguiente síntesis:

- 1º) *Análisis, ordenamiento y presentación de los hechos*, que incluye, para nuestra disciplina, la determinación sistemática de los hallazgos, y la depuración sistemática y biogeocronológica de las faunas y de los grupos sistemáticos.
- 2º) *Interpretación inmediata* del material fáctico obtenido a través de la etapa anterior, dentro de una determinada hipótesis filogenética o clasificatoria y en el seno de una teoría interpretativa particular. Invención de nuevas hipótesis, en caso que las nuevas evidencias disconfirman las anteriores pertinentes.
- 3º) *Elaboración ulterior de la interpretación* para su confrontación con teorías generales o con enunciados nomológicos que expliquen rasgos generales del proceso evolutivo.
- 4º) *Incorporación* de lo adquirido en las etapas anteriores, a la investigación de problemas epistemológicos, al campo de la problemática metacientífica o a la indagación de las cuestiones más generales del quehacer científico.

Para ilustrar esta secuencia, tomaremos un ejemplo extraído de un descubrimiento y de un trabajo (9) que todos conocemos. Llegan a manos del colega Casamiquela unas hermosas impresiones de un batracio fósil completamente desconocido. Nuestro colega se propone estudiarlo, propósito que estuvo justificado por la rareza y la potencial trascendencia de todo documento relacionado con los anuros extinguidos. La primera tarea de que habla Arber, la elección del tema, queda aquí resuelta por el impacto de un descubrimiento importante. En ese propósito, lo pri-

(8) Agnes Arber, *op. cit.*, 4.

(9) Rodolfo M. Casamiquela, "Un pipoideo fósil de Patagonia", trabajo entregado para su publicación en el Museo de La Plata, y del que aparece un resumen en las Actas del Primer Congreso Sudamericano de Zoología.

mero que afronta es la tarea de ubicar sistemáticamente y en el registro geocronológico al nuevo documento. Para resolver el problema de la ubicación sistemática, debe poseer un adecuado bagaje de experiencia de sistemático y de anatomista, y estar interiorizado en la taxinomía del grupo, cosa que ya poseía o que adquiere para la emergencia. Entonces aborda el problema de la determinación del nuevo fósil comparando sus caracteres, en primer lugar, con los que definen a los subórdenes de Anura, y en segundo lugar —y una vez determinado el suborden a que pertenece—, con los de cada superfamilia, si las hubiere, y cada familia de dicho suborden. Nuestro colega realiza esta tarea, y llega a la conclusión de que su fósil pertenece al suborden Aglossa, pero que se distingue de todos los géneros y especies conocidos del mismo, por lo que crea el nuevo género y especie *Shelania pascuali*, al que diagnostica apropiadamente, y del que describe en detalle todas las particularidades morfológicas que los restos permiten apreciar. En cuanto a su ubicación bioestratigráfica, y como el fósil en cuestión proviene de un yacimiento poco conocido hasta el presente, inicia una serie de indagaciones bibliográficas y de observaciones de campo que le permiten precisar, por la posición estratigráfica de la formación que contiene al batracio, y por los datos que le proporcionan los colegas paleofitólogos sobre la significación de la flora que acompaña a sus restos, que éstos provienen de una formación eocenoica, muy probablemente del Eoceno inferior o del Paleoceno.

Consumada esta tarea, nuestro colega cumplió con la primera etapa de la indagación científica que señalamos. El ejemplo nos puede dar la pauta de lo difícil que puede llegar a ser, a veces, satisfacer el requerimiento previo a toda elaboración científica, que está implícito en el análisis, el ordenamiento y la presentación de los datos. La cumplimentación de esta etapa requiere largo aprendizaje, y una buena formación general. El investigador sólo puede realizarla aceptablemente, cuando supera el mero limitarse a la descripción de objetos. Debe aplicar métodos y criterios bien elaborados de sistemático y de morfológico; debe saber orientarse en los problemas de la estratigrafía, y no puede desconocer nada de lo que se relaciona con el tema que debe analizar. En nuestra literatura aparecen todavía contribuciones que no llenan estos requisitos, y que yo creo que no deberían llegar a ser publicadas.

Si nuestro colega hubiese suspendido su tarea en esta etapa, no habría hecho una contribución científica original, aunque habría aportado un nuevo dato original al caudal fáctico de nuestra disciplina. Muchas veces la complejidad de un ulterior planteo interpretativo, o la urgencia en comunicar un hecho de gran importancia, obligan a dar a conocer en

esta etapa, un nuevo descubrimiento o los resultados de una revisión. Creo que tal actitud no puede llegar a ser norma, y que si el investigador siente justificado dar a publicidad un descubrimiento en esta etapa, no podrá excusarse de continuar sus estudios y de dar a conocer sus resultados, por lo menos hasta la etapa subsiguiente.

Continuando con el caso que analizamos, podemos advertir que el hecho desnudo del descubrimiento de un representante del suborden Aglossa en el Eocenozoico patagónico tiene una serie de implicaciones que deben ser analizadas por el investigador. Nuestro colega descubre que *Shelania* guarda relaciones mucho más estrechas con el agloso del Eocenozoico africano *Eoxenopoides*, que con cualquiera de los representantes sudamericanos del suborden. El hallazgo de *Shelania* demuestra, así, que los aglosos tenían en el pasado geológico una distribución más vasta, en América del Sur, que la que presentan hoy día, y que, en el Eocenozoico, eran menores las diferencias entre los representantes africanos y sudamericanos del suborden, que en la actualidad. Al mismo tiempo, el autor analiza las implicaciones de su descubrimiento para la sistemática de los aglosos, y llega a la conclusión de que dentro de dicho suborden se debe diferenciar una familia Eoxenopoididae que agrupa al género africano mencionado y a *Shelania*. Los hechos de que dispone, le permiten confirmar una hipótesis taxinómica que sostiene que se justifica la vieja distinción de los pípidos en un suborden Aglossa, y que el suborden Opistocoela de Noble es un macrotaxón artificial. Al mismo tiempo, todas esas conclusiones e interpretaciones le hacen rechazar la hipótesis de Noble del origen holártico de los pípidos y de su descendencia a partir de los discoglósidos, e inclinarse favorablemente ante la hipótesis que sostiene que la actual distribución disyuntiva de los pípidos en África y América del Sur es indicio del origen austral de la familia y de la antigua existencia de conexiones terrestres entre las masas continentales australes. Con todo lo cual realiza una interpretación adecuada del nuevo dato aportado por el descubrimiento de las impresiones de este anuro, y cumplimenta las tareas de la segunda etapa, la interpretación inmediata, del desarrollo de la indagación científica.

Habiendo llegado hasta aquí, nuestro colega contribuye con una aportación científica valiosa a los problemas de nuestra disciplina. Los progresos de la misma sólo estarán dados por trabajos en los que no falte la interpretación inmediata. Reunir y presentar datos sin su correspondiente interpretación, no podrá representar nunca una forma válida de ejercitar la investigación en nuestro campo, y con ello sólo indirectamente podrá contribuirse al hallazgo de nuevas verdades, que Houssay

reclama como objetivo de la dedicación de todo investigador científico. En esta etapa, como en la siguiente, la prudencia y la reflexión objetiva, la utilización de un método riguroso, deben ser lugar común. Las conclusiones deben ser las que permitan extraer los hechos, y la autocritica debe actuar constantemente para impedir el desarrollo de interpretaciones apresuradas, o el dejarse llevar por los postulados de una teoría general a la cual se quiere adaptar el nuevo hecho descubierto. En el hecho, o en su relación con otros hechos, deben fundamentarse la interpretación y la hipótesis, y no en la idea previa o en el preconcepto de escuela que nos tienta a "salvar el fenómeno", según la práctica de los científicos de la antigüedad, tratando de incorporarlo forzosamente a una concepción preestablecida. Casualmente, el trato de los problemas teóricos de la paleontología de vertebrados argentina abunda en ejemplos de este procedimiento. Las hipótesis interpretativas de Ameghino, sobre la significación filogenética de nuestros mamíferos extinguidos, son un claro ejemplo de una actitud inversa a la que reclamamos. Ameghino creaba una hipótesis, y luego forzaba la interpretación de los hechos para que la confirmen. Y la hipótesis había surgido de una teoría más general, que reclamaba para la Patagonia el privilegio de haber sido la cuna de las distintas cepas teriológicas que poblaron el mundo. Pero, si bien dan prueba de un ejercicio más riguroso del método científico, no se apartan totalmente de la tendencia a "salvar el fenómeno" las aportaciones interpretativas posteriores, debidas principalmente a Simpson y a otros investigadores norteamericanos de la escuela de Matthew.

Un ejemplo típico de este procedimiento anti-inductivo nos lo puede dar el intento de W. K. Noble de salvar el escollo que representa para la teoría matthewiana del origen holártico de la dispersión de los anuros, el hecho de la distribución disyuntiva, en Australia y América del Sur, de los batracios de la familia Leptodactylidae. Noble soluciona este problema suprimiendo lisa y llanamente a la mencionada familia a través de su asimilación con la familia Bufonidae, grupo eurioico que no ofrece obstáculos para la concepción de Matthew. La prueba de que procedió con ligereza, guiado por el solo propósito de suprimir un fenómeno contrario a una teoría previa, está dada por el hecho de que su intento no soportó la consideración crítica de ningún revisor ulterior, entre los que se contaron partidarios menos dogmáticos de la misma escuela matthewiana. A veces los vicios anti-inductivos y la actitud de "salvar el fenómeno" no sólo se manifiestan en una violentación del significado de los hechos, sino también en el escogimiento acrítico de las conclusiones de otros autores, para respaldar una determinada teoría.



Podemos percibir este defecto, por ejemplo, cuando Simpson escoge la conclusión de Noble de que los leptodactílidos no son otra cosa que bufónidos con dientes, para fundamentar su punto de vista sobre la falta de pruebas fehacientes, en la hipótesis que considera a las tierras antárticas como una posible ruta migratoria, en el pasado geológico, entre Australia y América del Sur. (10)

Pero prosigamos con nuestra ejemplificación. Las conclusiones alcanzadas en la investigación de *Shelania*, afectan, como lo señala Casamiquela, a una teoría general sobre el origen de las faunas de vertebrados terrestres, y sobre el poblamiento de nuestro Continente por los vertebrados. Nuestro colega analiza esta teoría, y señala la significación que su nuevo descubrimiento tiene para la misma. Con ello incorpora su investigación a la tercera etapa que hemos definido anteriormente. Otro caso de desarrollo de esta investigación en una tercera etapa, sería, por ejemplo, el siguiente: *Shelania* tiene costillas libres, y los aglosos vivientes —salvo en su estadio larval— no las tienen. Este hecho representa un ejemplo confirmatorio de la ley general del desarrollo filogenético, que postula que cuanto más atrás se está en las etapas de la evolución de una determinada línea de descendencia, mayor será el número de caracteres generalizados que se verifiquen. Como la presencia de costillas libres es un carácter muy generalizado en los anfibios anuros, y como *Shelania* representa cronológicamente una etapa muy alejada de la actual en la evolución de los aglosos, esta ley viene a estar confirmada por su descubrimiento. La elaboración de problemas como los señalados es lo que define a la tercera etapa de nuestro enunciado. Por lo general, estos problemas merecen consideración especial, y se justifica que los autores no los traten de manera completa, en los artículos que publiquen sobre un nuevo descubrimiento o sobre la revaloración crítica de los documentos fácticos de una fauna o de un grupo. Su consideración obliga a incorporar las conclusiones interpretativas surgidas de la etapa anterior, al acervo general de las adquisiciones sobre las que se asienta una proposición legal o una determinada teoría general, cuando su importancia como elemento confirmador o contradictor del enunciado de ley o de la teoría dada así lo requiera. Y en ese caso, la nueva contribución que surja, sólo estará justificada y atenderá a los requerimientos de una aportación científica en este nivel, cuando en ella se analice críticamente el grueso de los datos confirmadores o disconfirmadores del enunciado

(10) G. G. Simpson, 1940. "Antarctica as a faunal migration route", Proc. 6th Pacific Sci. Congr., 2 : 755 - 768.



de ley o teoría general que se quiere enriquecer o deprecia, con la incorporación del nuevo hecho de interpretación.

Para el caso que nos preocupa, la cuarta etapa se cumpliría si, como resultado de todo el periplo intelectual surgido por el descubrimiento de *Shelania*, y que ha obligado a nuestro colega a enriquecer su nivel de concepción de la problemática paleovertebradológica, y que lo ha conectado con problemas generales de la metodología científica, ejemplificándole vicios y virtudes en la forma de ejercitar la investigación, se vería incitado a revisar los fundamentos teóricos más generales de la indagación científica, y a enriquecer este campo del conocimiento con sus reflexiones y sus puntos de vista. Contribuciones de este tipo, surgidas de las ciencias biológicas, son excepcionales en el orden mundial, (11) sobre todo, por lo poco transitado que está el terreno de la biología por la preocupación epistemológica. El investigador que las aborde, incorpora su preocupación entonces a una temática metabiológica que le exigirá profundos estudios filosóficos que pueden apartarlo de la disciplina que originó sus preocupaciones. Creo que podremos estar bien satisfechos por el nivel alcanzado por nuestra disciplina, cuando en la misma se produzcan aparentes deserciones determinadas por la indagación de estos problemas.

Quizá sea menester aclarar que la cumplimentación de todas estas etapas no debe considerarse como una normativa ineludible para el buen ejercicio de nuestra disciplina, ni de ninguna otra; no está en la total realización de esta secuencia del ejercicio de la investigación la única respuesta que se puede dar a la tarea de contribuir, con responsabilidad y competencia, a la investigación científica. Pero creo que ha quedado bien aclarado que cualquiera sea el grado de trascendencia que la importancia de los hechos o la inclinación del estudioso imponga a la indagación científica, nunca podrá aceptarse que la función de un investigador puede quedar limitada a la mera presentación del material fáctico de su disciplina.

Es por eso que el planteo de una prospectiva para la temática de nuestra paleontología de vertebrados, no puede considerarse terminado con el análisis que hemos hecho en el primer párrafo de este capítulo, de las tareas más urgentes para la actualización y completación de nuestros conocimientos sobre la historia documental de nuestras faunas de

(11) A título de ejemplo, citaremos el ya mencionado libro de A. Arber, *The mind and the eye; Die philosophischen Grundlagen der Naturwissenschaften*, de M. Hartman; *Die Erkenntnisgrundlagen der Biologie*, de E. Ungerer; *Fundamentos de la biología*, de F. Mainx; *The language of taxonomy*, de J. R. Gregg.

vertebrados extinguidos. Pero creo que no nos correspondería tratar de insinuar, para completar el panorama, otra cosa que lo que dijimos sobre los objetivos y la manera de ejercitar, en distintas etapas integrativas, la temática de nuestra disciplina. Si lo hiciésemos, nos encontraríamos ante la necesidad de esbozar direcciones para la investigación, que sólo podrán ser precisadas, si cupiese, por la libre elección del investigador. La excepcional riqueza del material fáctico que brindan nuestros yacimientos paleontológicos, puede alimentar un caudal amplísimo de nuevas generalizaciones que enriquezcan a la zoología evolucionista; pero ninguna preceptiva puede pretender señalar de antemano el curso que debe seguir esa corriente.

#### IV. — ALGUNAS CUESTIONES GENERALES PARA LA ORGANIZACIÓN DE NUESTRO TRABAJO

En el capítulo anterior hemos podido advertir la inmensa vastedad del trabajo que tenemos por delante, y lo compleja y multifacética que se torna nuestra tarea, si aceptamos practicarla con verdadera responsabilidad de científicos de este aquí y hoy en que vivimos.

Este panorama nos exige detenernos en la consideración de algunos aspectos organizativos y generales, que adquirirán urgente vigencia apenas iniciemos la cumplimentación de los objetivos de superación que nos hemos propuesto, y cuya buena resolución será también su garantía. Consideraremos brevemente algunas de estas cuestiones.

##### 1) **Ubicación, dentro de la organización de las instituciones, de los centros de actividad en paleontología de vertebrados**

Los centros de actividad en nuestra disciplina, como todos los centros de investigación paleontológica, pueden tener distinta situación de dependencia dentro de las instituciones de las que forman parte. Pueden también constituir ellos mismos una institución independiente, como sucede, virtualmente, con nuestro Museo Municipal de Ciencias Naturales de Mar del Plata. Cuando están subordinados a una institución más general —museo, universidad o instituto de investigaciones—, son cuatro los casos principales en que puede manifestarse esta subordinación: autonomía como División o Departamento *ad hoc*, dependencia como Sección de un Departamento de Paleontología, de un Departamento de Geología o de un Departamento de Zoología (o de Biología).

Esta pluralidad de situaciones refleja la diversidad de puntos de vista que existe sobre la ubicación de los estudios de los fósiles dentro de las ciencias naturales, problema que hemos tratado en el ensayo a que hicimos referencia.

Yo creo que esta cuestión no es formal ni secundaria, y que de la adecuada ubicación de un centro en paleontología de vertebrados dentro de la organización de la investigación de una institución —y por ende, de las secciones, laboratorios y gabinetes donde se realiza—, depende en gran parte la posibilidad de que dicho centro pueda cumplir sus verdaderos objetivos, y desarrollar sus tareas sin dificultades prácticas o administrativas.

Así, por ejemplo, un centro que dependa de un Departamento de Geología, se verá forzado a desarrollar unilateralmente su actividad en un sentido bioestratigráfico; pues, si ese Departamento tiene una buena organización y planes de trabajo concretos, es difícil que contemple dentro de sus objetivos, problemas que no sean atinentes a la temática geológica, como podrían ser el estudio del origen de los mamíferos, o la evolución de los cricétidos, o la biogeografía histórica de los anuros, o la evolución de los molares de los placentarios. Temas de investigación como éstos, pueden requerir fondos, organización de expediciones, o viajes de los especialistas fuera del país, que entorpecerían la misión específica del Departamento, y que afectarían sus recursos, sus vehículos y su personal, en tareas que nada tienen que ver con la temática de las ciencias geológicas.

El *status* de un centro de nuestra disciplina tiene que atender, para evitar esos inconvenientes, a la índole de los objetivos de investigación de la paleontología de vertebrados, y a las relaciones más cercanas que guarda con otros campos del conocimiento.

Tal centro debe trabajar estrechamente, en primer lugar, con las secciones o laboratorios en los que se trabaja sobre vertebrados vivos, con los cuales debe formar una unidad, ya que será con ellos con los que tendrá mayores intereses comunes, mayor afinidad de objetivos y mayor necesidad de intercambio.

Esta consideración nos aparta de juzgar oportuna la situación de dependencia con respecto a un Departamento de Paleontología.

Esa situación será siempre más benéfica que la dependencia con respecto a un Departamento de Geología; pero no por eso dará una buena respuesta a las necesidades de nuestra disciplina. El mayor número de problemas y de intereses comunes, y de similares necesidades prácticas, no se da entre un especialista en hongos o helechos fósiles, o en amonites

o trilobites, y un especialista en vertebrados extinguidos, sino entre este último y un mastozoólogo, un ictiólogo o un batracólogo. Puede darse el caso, sin embargo, que durante un largo período de trabajo, en que la explotación de un determinado yacimiento sea tarea primerísima, y en que la atención esté dirigida a resolver un determinado problema de índole bioestratigráfica, especialistas en vertebrados fósiles, en plantas fósiles y en invertebrados fósiles lleguen a tener más problemas en común entre sí que con cualquier otro colega, incluso de su misma especialidad. Así, por ejemplo, el objetivo de estudiar nuestras faunas y nuestras floras triásicas determina que en este momento tenga muchos problemas científicos y necesidades prácticas en común con nuestro colega paleobotánico S. Archángelski, y que aun esos problemas y necesidades comunes sean más fuertes que los que me vinculan, por ejemplo, con algún colega herpetólogo o mastozoólogo. Pero la presencia de este afianzamiento de problemas científicos y necesidades prácticas en común, está circunscrito a un determinado tema de trabajo y a una primera etapa de su realización. Los intereses generales y las necesidades prácticas de un paleontólogo de vertebrados serán, por el contrario, permanentemente estrechas con los zoólogos de vertebrados del campo neontológico, y regirán para todas las etapas de la investigación.

Por ejemplo, si las necesidades de una determinada investigación obligaran a adquirir material osteológico de marsupiales australianos, esa adquisición no beneficiaría en nada a las ramas invertebradológicas o paleobotánicas de un Departamento de Paleontología, y obligaría al Departamento a realizar un trámite administrativo y una inversión de su presupuesto que sólo traería provecho a una parte del mismo. En cambio, una adquisición de ese tipo despertaría gran interés en colegas zoólogos que pertenecen a otro Departamento.

La dependencia con respecto a los departamentos de zoología es a mi entender más racional que el *status* autónomo o la subordinación a un Departamento de Paleontología.

Yo creo que el *desideratum* está en que los centros de actividad en paleontología de vertebrados formen parte de un instituto o de un departamento de zoología de vertebrados, que comprenda laboratorios o secciones y colecciones para cada rama de la zoología de vertebrados (teriología, herpetología, ornitología, batracología, ictiología), y también un buen gabinete de anatomía comparada. Dentro de tal unidad organizativa, el centro de actividad paleovertebradológica tendría que guardar coherencia e independencia, pues las técnicas que se aplican para la

preparación de los fósiles y para su estudio, son particulares, y también lo son las instalaciones que se requieren para su conservación y los talleres para su limpieza y restauración.

## 2) Formación de nuevos investigadores

El elenco actual de nuestros especialistas formados está muy lejos de poder abordar la totalidad de las tareas que tenemos por delante. El desarrollo de nuestra disciplina en esta nueva etapa, requiere el perfeccionamiento de los investigadores jóvenes y en formación con que contamos, y el incremento de su número. Hemos visto como las fuerzas actuales resultan insuficientes, a pesar de lo superiores que son con respecto a otros períodos, para mantener una actividad responsable en todos los centros que existen ya en el país.

*Los nuevos cultores de nuestra disciplina han de surgir de las universidades argentinas y se han de formar en los principales centros de investigación del país, bajo la responsable dirección de un investigador de experiencia y en disciplinado acatamiento de las directivas de trabajo que acepte recibir.*

Podrá parecer, por la tradición autodidáctica que ha caracterizado a la formación de nuestros especialistas, que este temperamento es contrario a la libertad individual, y que introduce un antipático sistema compulsivo, ajeno a la libertad de investigación. No dudo que el mismo suscitará acervas resistencias de parte de algunos de los actuales cultores jóvenes de nuestra disciplina, que se inspiran en el ejemplo de autodidactos célebres, como el propio Ameghino, y que han llegado sin dirección aparente a adquirir cierto nivel formativo.

En realidad, nadie se puede formar solo; no existe el autodidacto puro. El científico en formación siempre requiere recurrir al mayor conocimiento o a la mayor experiencia de aquellos más formados. El país cuenta, en la actualidad, con algunos buenos especialistas que han demostrado tener capacidad formativa. Es obligación de estos últimos formar discípulos de los que surjan nuevos cuadros para nuestra disciplina. Pero en este ejercicio formativo, a la persona de mayor capacidad y experiencia le corresponde el derecho de reclamar en el educando, la sujeción a un plan y a una determinada disciplina de trabajo. No puede haber otra actitud constructiva, pues el hombre que está tratando de adquirir el dominio de una ciencia no puede decidir sobre los aspectos específicos que debe asumir una formación que todavía no ha alcanzado.

Estamos en una época que algunos sociólogos han querido llamar de la revolución científica y técnica. Yo no creo que la ciencia y la técnica sean los únicos promotores del desarrollo social; pero es bien claro que tienen una incidencia de primer orden en la vida del hombre contemporáneo. La ciencia es hoy día una actividad sumamente compleja, cuya proyección social la torna especialmente responsable. Aquellos que decidan dedicarse a cultivarla, deben comenzar por ser concientes de la complejidad de su tarea y del compromiso que asumen ante su país y sus semejantes. Y añadiría que admitir que los medios de llegar a ser un científico que se requerían en 1875, e incluso en 1916, no bastan ni tienen vigencia en 1961.

Sólo la universidad puede proporcionar ahora el bagaje formativo que debe asimilar quien quiera llegar a ejercitar con responsabilidad la labor científica. Pero el aprendizaje no terminará en ella, y se requerirán varios años de trabajo disciplinado en un laboratorio en el que se reciban las directivas y las enseñanzas de un científico ya formado. Si bien esta norma no es tradicional en nuestro país para nuestra disciplina, se aplica rigurosamente entre núcleos tan desarrollados de científicos argentinos como los que ejercitan la fisiología, la histología o la química orgánica, y es la única que se practica en países tan avanzados científicamente como Inglaterra, los Estados Unidos de Norte América o la Unión Soviética. Seguramente, Gagarin no hubiera realizado su periplo espacial, si en su país no existiesen, como vieja tradición, normas rigurosas de disciplina en los gabinetes de investigación. La ciencia moderna no admite francotiradores. Quienes no lo reconozcan, o aquellos cuyo excesivo personalismo les haga tomar toda disciplina formativa como inaceptable coerción a su libertad interior, deberán también advertir que sus vuelos autodidácticos nunca alcanzarán mucha altura.

Pero en la actualidad existen algunos investigadores jóvenes que, sin haber podido pasar por las aulas universitarias y sin tener ya la posibilidad de hacerlo, han llegado igualmente a reunir una apreciable experiencia en el conocimiento de la paleontología de vertebrados, y han sabido demostrar grandes aptitudes y vocación. Estos estudiosos podrán llegar a adquirir adecuado nivel, en la medida en que superen las lógicas lagunas que existen en su formación a través del estudio individual, y en que practiquen con todo rigor la disciplina de la investigación, sin sobreestimar sus primeros resultados, y superando los recelos y resistencias a la labor integrada y colectiva que se dan con mucha frecuencia en las personas que se han hecho solas y venciendo grandes dificultades. Sabemos muy bien que existen colegas que han logrado destacarse, y que



ya son autores de contribuciones importantes, que están en este caso. Pero su "caso" no tiene por qué ser ejemplo de otra cosa más que de férrea voluntad e inquebrantable vocación. Nunca podrá ser modelo para reivindicar la posibilidad de una formación extrauniversitaria, por parte de aquellos que pueden tenerla, y que incluso están ya en la Universidad.

Otro aspecto de la formación de científicos es el del perfeccionamiento en el extranjero. Estimo que es sumamente conveniente que los científicos jóvenes continúen su labor formativa en algún centro paleontológico importante de Europa o de los Estados Unidos. Tal posibilidad ampliará sus horizontes intelectuales, y facilitará la incorporación a nuestra ciencia de las adquisiciones científicas de los países más desarrollados. Pero creo que dicho perfeccionamiento debería practicarse luego de completado un período formativo en un centro científico del país, y con la clara actitud de que a través de una estada en el extranjero se busca el perfeccionamiento y no la consagración.

### 3) Formación de equipos de trabajo

Hemos insistido ya en que las actuales circunstancias exigen el mayor intercambio y la más generosa disposición de colaboración entre los científicos. La magnitud y complejidad de las tareas que debemos emprender, hacen que la instauración de ese espíritu entre las instituciones y los investigadores individuales represente, no sólo una actitud civilizada y acorde con la buena cultura, sino también un requerimiento ineludible para la buena consecución de nuestros objetivos.

Es oportuno recordar aquí lo expresado hace poco por Bernardo Houssay: "La capacidad de cooperar, además de ser útil e indispensable, es un rasgo superior de cultura intelectual y moral. El aislarse es un rasgo de inferioridad mental o de vanidad subalterna. Pasó ya el tiempo en que un hombre aislado podía realizar investigaciones completas. Hoy debe trabajarse en grupos (en "team") y con espíritu de colaboración y ayuda. Pero debe cuidarse que este trabajo en cooperación estimule y no aplaste la iniciativa individual". (12)

Yo creo que en nuestro medio hemos avanzado mucho en este espíritu, e incluso que a ello se debe buena parte del cambio operado en el estado de nuestra disciplina. Los colegas de La Plata, del Museo de Buenos Aires, del de Mar del Plata y del Instituto Lillo, trabajan en estrecha colaboración y en un franco y sincero espíritu de intercambio

(12) B. Houssay, conferencia citada.

y de confraternización. Varias empresas importantes se deben a acciones conjuntas de las instituciones, o de investigadores que trabajan en colaboración. Una de las más significativas de los últimos años, la tercera expedición a Ischigualasto, fue realizada en común entre el Museo de La Plata, el de Buenos Aires y el Instituto Lillo. El yacimiento triásico de "El Tranquilo" fue explotado recientemente por una expedición mixta del Museo de La Plata y del Instituto Lillo. El intercambio y la colaboración es ya norma entre nosotros; y es un tesoro adquirido que debemos conservar celosamente, defendiéndolo de cualquier embate circunstancial.

Pero esto nos lleva también a un problema práctico, cuando se vincula con la explotación de yacimientos. Las expediciones interinstitucionales que hemos efectuado, por ejemplo, son una muestra elocuente de los beneficios de aunar los esfuerzos de los científicos y de los técnicos, y los medios de las instituciones, para alcanzar objetivos importantes. Pero crean el inconveniente de la dispersión ulterior de colecciones unitarias entre las distintas instituciones participantes. Los beneficios son, con todo, mayores que la dificultad que así se origina; pero creo que ésta podría evitarse para posteriores ocasiones. En la explotación de un yacimiento, es oportuno que se trabaje para una institución, ya que resulta sumamente conveniente que los materiales de un mismo yacimiento estén depositados, cuando es posible, en una sola colección. Pero esto no tiene por qué atentar contra la colaboración interinstitucional, ya que nada debería impedir que los técnicos y otras fuerzas de varios centros paleontológicos trabajen, cuando la ocasión lo aconseje, en beneficio de una sola institución. Si esta actitud se practica de manera multilateral, ninguna institución podrá tener celos en brindar sus fuerzas para los trabajos de otra, pues a su turno recibirá una ayuda equivalente. Y con eso se podrán ejemplificar y cosechar las ventajas de una forma superior de colaboración interinstitucional.

Creo que también puede y debe superarse la manera en que practicamos el trabajo en equipo. En la actualidad, este tipo de trabajo consiste entre nosotros en repartir entre distintos investigadores los grupos sistemáticos de una determinada fauna, o las distintas familias de un orden, para agotar así el conocimiento de esa fauna o de ese orden. Esto no es trabajo en equipo, sino reparto o distribución racional de los temas de trabajo, ya que cada investigador individual sigue trabajando solo en su tema específico. El "team" debe formarse para abordar multilateralmente un tema unitario. Todos los miembros del equipo deben tener un objetivo común, al que colaboran desde un determinado ángulo.

Los beneficios de esta forma de trabajo están en que permiten la compulsa de distintos puntos de vista y de distintos enfoques sobre un mismo problema.

Los equipos constituyen uno de los mejores medios de contribuir a la formación de nuevos investigadores. Para ello es conveniente que se constituyan incluyendo a científicos de distinto nivel formativo, ya que así, los menos experimentados podrán adquirir un aprendizaje vivo, al lado de un científico más formado, el que a su vez verá también estimulada su función formativa, por los intereses de la mejor resolución de un tema de trabajo en el que participa.

Pero su buen funcionamiento requiere la superación de las ambiciones personalistas o la búsqueda de logros individuales altisonantes. No será más nuestra una contribución cuando nuestro nombre aparezca solo, acompañando al título de un trabajo publicado, que cuando ejemplifique la superioridad de un sistema, compartiendo con otros nombres una adquisición científica de significación mucho más vasta que la que nuestro esfuerzo individual podría alcanzar. Nuestra dimensión individual se enaltecerá objetivamente, cuando hayamos aprendido a desechar glorias subalternas.

## Comentarios Bibliográficos

NEUBURG, M. F., 1960. *Musgos de los depósitos pérmicos de Angárida*. Trab. Inst. Geología Acad. Cs. U. R. S. S., N° 19, pág. 1-104, 78 lám.

La autora es una destacada paleobotánica rusa, discípula de D. Zalessky. Se especializa en las floras del Paleozoico superior de la U. R. S. S., y ha publicado numerosas contribuciones sobre este tema. El trabajo que nos ocupa, es de gran importancia paleofitológica y estratigráfica, ya que hasta el presente, los musgos constituyen una de las clases más pobremente representadas en las floras fósiles del Paleozoico y Mesozoico. Las publicaciones son contadas, y sólo merecen destacarse las de J. Walton, sobre musgos del Carbónico europeo (principalmente Inglaterra).

El material estudiado por Neuburg es muy abundante —ha efectuado más de 400 preparaciones—, y procede de tres cuencas distintas: Kuznetsk, Tungussk y Petchora. Al comienzo del trabajo, se proponen tres esquemas “fitoestratigráficos” para unificar la secuencia estratigráfica del paleozoico superior de estas tres cuencas.

Las muestras han sido halladas preferentemente en horizontes arcillosos, y las partes meteorizadas no tienen restos orgánicos preservados. En cortes frescos, en cambio, las fitoleimas (compresiones) son abundantes. Se presentan ya sea como delgadas láminas carbonosas que conservan su estructura y que pueden estar fuertemente adheridas a la matriz, o bien están totalmente sueltas. De los métodos usados con las distintas compresiones, el “pull” (o *peel transfer*) fue el más efectivo, ya que se consiguió un excelente rescate de material, como puede observarse en las láminas del trabajo.

La autora no ha encontrado órganos fértiles, y sólo se ha basado en la estructura de las ramas y hojas, para incluir todo el material dentro de la clase de los musgos.

Neuburg diferencia dos grupos distintos en su material, uno de ellos perteneciente a la subclase *Bryales*; y el otro, con células de la lámina de las hojas con marcado dimorfismo, lo asimiló a la subclase *Sphagnales*, estableciendo un nuevo orden, las *Protosphagnales*. Se proponen nuevos nombres genéricos para todos aquellos taxones que pueden caracterizarse con una serie de elementos diagnósticos basados en su anatomía, y que difieren claramente entre sí. Reserva el nombre genérico *Muscites* de Brongniart para aquellas formas que sólo pueden ser asignadas a la clase *Musci*, pero que no presentan caracteres diagnósticos más precisos.

Se estudian 14 especies en total. En las *Bryales*, dos de los géneros son ya conocidos: *Polyssaievia* e *Intia* (éste, con 4 especies); los otros géneros son nuevos: *Salairia*, *Uskatia Bajdaievia* y *Bachtia*, todos monotípicos. En las *Protosphagnales* se incluyen dos géneros monotípicos nuevos, *Junjagia* y *Protosphagnum*, y uno enmendado, *Vorcutanmularia*.

Varias conclusiones de valor se desprenden de este estudio. Ya en el Paleozoico superior había una clara diferenciación entre las *Bryales* y las *Sphagnales*. La abun-

dancia del material indica que las condiciones climáticas de Angárida durante esa época, han sido óptimas (templado y húmedo, según Neuburg) para el desarrollo de estos organismos. Por otra parte, estas condiciones han debido ser diferentes de las de la provincia paleobotánica de Europa occidental, donde los musgos fósiles son sumamente raros, en afloramientos con abundantísimos restos vegetales de otros grupos. En realidad, ambas provincias tienen numerosas plantas endémicas, y se había ya previsto su separación. Finalmente, los musgos de Angárida han probado ser de valor estratigráfico, pues hay una separación neta entre los elementos del Pérmico inferior y del superior. En el Pérmico inferior se hallan los géneros *Salairia*, *Vorcutannularia*, *Intia* y *Junjagia*. Los restantes géneros son característicos del Pérmico superior en todas las series estudiadas.

En resumen, esta monografía ofrece gran interés, pues contribuye al conocimiento de un grupo de plantas inferiores hasta ahora muy poco conocido en el registro geológico. Al valor florístico del hallazgo, se agrega la importancia estratigráfica del trabajo, con un intento de correlación de tres cuencas pérmicas sobre la base de elementos paleobotánicos.

Sergio Archangelsky

Facultad de Ciencias Naturales  
y Museo de La Plata

HOEG, O. A., y M. N. BOSE, 1960. "The *Glossopteris* flora of the Belgian Congo, with a note on some fossil plants from Zambesi Basin (Mozambique)." *Ann. Mus. Roy. Congo Belge*, XXXII, pg. 1-106, 35 lám.

En el presente trabajo monográfico se estudian las formaciones sedimentarias del Congo que tienen restos de la flora de *Glossopteris*. Desde el punto de vista estratigráfico, el interés de este trabajo radica en la presencia de dos asociaciones florísticas bien distintas. La primera, presente en la región de Walikale, no tiene representantes del género *Glossopteris*, y por lo tanto se considera más antigua (permo-carbónica). En el valle de Lukunga, en cambio, la base de la serie sedimentaria comienza con una flora en la cual los géneros *Glossopteris* y *Gangamopteris* se hallan mezclados; pero en los estratos cuspidales hay dominancia del primero. Todos estos sedimentos se incluyen en la Serie de Lukunga, la que se correlaciona con Dwyka y Eccá, de Sud África, y con Talchir y Karharbari, de India.

El interés fundamental del trabajo radica en el material fosilífero estudiado. Se ha hecho un examen detallado del contenido microfósilífero, a la par del macrofósilífero. De éstos, cuando se pudo, se estudiaron las momificaciones (cutículas). En concreto, del material cuya anatomía epidérmica se pudo estudiar, se ha citado —para Walikale— *Gangamopteris cyclopteroides*, además de seis especies de polen y de esporas (es interesante señalar la presencia de *Florinites*), y para Lukunga se citan *Cyclodendron leslii* (cutículas de hojas y tallos), *Glossopteris jamottei* n. sp., *G. browniana*, *Noeggerathiopsis hislopi*, *Walkomiella fragilis*, y once especies de polen y esporas.

Varios taxones nuevos han sido creados con base en la morfología externa de las plantas; ellos son: *Samaropsis boutakoffii*, *Walikalia cahenii*, n. gen. y sp. (impresiones de un cuerpo ovalado a circular, que probablemente corresponde a una escama), de Walikale; y *Baiera plumosa*, *Ginkgoites cambieri*, *Samaropsis intermedia* y *Cordaicarpus mucronatus*, de Lukunga.

Además, se ilustran y se describen numerosos tipos fragmentarios de cutículas, leños, masas de esporas o fragmentos de plantas, sin asignar nombres genéricos. Esta

práctica resulta conveniente, ya que muchos de estos fragmentos pueden tener valor para correlaciones, y siempre pueden servir de material para comparaciones. Por otra parte, esto obliga a nuevas búsquedas, ya que se conoce la existencia de nuevos elementos incompletos.

Del material citado, cabe destacar la total ausencia de Filices del tipo nórdico, tal como han sido halladas en regiones cercanas como Rhodesia.

**Sergio Archangelsky**

Facultad de Ciencias Naturales  
y Museo de La Plata

ANDREW, W., 1959. *Textbook of Comparative Histology*. I-XIV, 1-652. Oxford University Press, Inc., New York.

Escribir una obra sobre histología animal comparada, resulta una tarea difícil. Por la amplitud del tema, no es posible resumir los trabajos que se han publicado; y al mismo tiempo, la variada anatomía microscópica, aun en especies afines, no siempre permite dar estructuras tipos para animales del mismo grupo sistemático.

Esta ardua tarea ya fue intentada por algunos investigadores, con un enfoque parcial o total del reino animal. Entre ellos podemos citar a Oppel, que entre 1896 y 1914 publicó ocho tomos sobre anatomía microscópica de los vertebrados, compendiando la mayor parte de los trabajos conocidos hasta ese momento; Schneider en 1908; Dahlgren y Kepner en 1908, y Cole en 1941, dan a publicidad estudios histológicos comparados, en base a una serie de animales invertebrados y vertebrados; Krause en 1921 y Kendall en 1947 publican una anatomía microscópica comparada, con exclusiva referencia a los vertebrados, mientras que Trautman y Fiebiger en 1942 limitan su enfoque únicamente a los animales domésticos.

Warren Andrew (Chairman, Department of Anatomy, Indiana University School of Medicine) en 1959 da a conocer la obra motivo de este comentario. El autor comprende que escribir un texto con los detalles histológicos de todos los animales, a más de ser algo impracticable, es una obra estéril, dado que no siempre las diferencias histológicas son tan grandes como para justificar la tarea comparativa en detalle. Por eso, para evitar ser un compendio de conocimientos histológicos, hace una integración de los trabajos conocidos hasta el presente, con el fin de dar una visión amplia y comparativa de las estructuras microscópicas del reino animal.

Después de un estudio muy sintetizado de las células y tejidos animales, el autor pasa a considerar en qué forma se han integrado para dar estructuras funcionales más complejas, en los distintos niveles de organización.

El análisis de las estructuras microscópicas en cada uno de los distintos phyla, le permite comparar en forma más notoria las homologías y analogías. Para Warren Andrew, las estructuras funcionales que cada especie ha logrado en su adaptación, aparentemente independiente, tienen tanto valor como aquellas de significado filogenético.

El estudio macro y microscópico que se realiza en cada sistema está siempre asociado con la función, a fin de que el estudiante no pierda nunca de vista que estructura y función son simplemente dos aspectos de toda entidad biológica. Este criterio holista es el que trae aparejado un defecto de la obra: insistir demasiado en la anatomía microscópica y en la fisiología, en detrimento de la histología.



En la parte final de cada uno de los capítulos que integran este libro, se agrega una seleccionada bibliografía, y también un cuestionario, que obliga al alumno a revisar el contenido de los mismos, para poder contestar a sus preguntas.

La ilustración del libro, que en general debemos considerarla como buena, adolece del siguiente defecto: la falta de referencias, en la mayor parte de las fotomicrografías, y de los detalles que abarcan, les hace perder parte de su valor didáctico.

En general se puede decir que la obra de Warren Andrew no deja de ser un aporte interesante para el estudio de la histología comparada, sobre todo por su enfoque integral, y que si la finalidad del autor no se cumple en forma total, se debe más que todo a la limitación que impone un libro de texto.

**Jorge M. De Carlo**

Fac. Ciencias Exactas y Naturales

*Nota de Redacción*

## *Número extraordinario de* **HOLMBERGIA**

Como resultado del esfuerzo realizado por los estudiantes de este Centro, y con el valioso asesoramiento científico del doctor Jorge Morello, la Dirección de HOLMBERGIA tiene ya en preparación un número extraordinario, dedicado a los problemas de Ecología regional, que Latinoamérica —arrasada por la explotación de rapiña— necesitará conocer a fondo, para devolver a su pueblo subalimentado la productividad de sus ambientes naturales.

Los temas a tratar por destacados especialistas, serán:

CIENCIAS DE LA VEGETACIÓN  
CLASIFICACIÓN DE COMUNIDADES  
ECOSISTEMAS  
MUESTREO  
RECURSOS VEGETALES  
PALINOLOGÍA Y ECOLOGÍA  
ECOLOGÍA APLICADA

Se prevé su aparición para junio de 1962.

Las suscripciones preedición gozarán de un descuento especial.

Solicite mayor información a la Dirección de HOLMBERGIA, Perú 222, Buenos Aires (Argentina).

## RECOMENDACIONES A LOS AUTORES

1. La responsabilidad de los artículos recae sobre los autores. La Comisión Redactora de HOLMBERGIA se reserva el derecho de aceptación o rechazo de los mismos, previa consulta con los especialistas en el tema de su Comisión Asesora.
2. Los artículos se firmarán con un nombre y el apellido del autor, sin ningún título. En una nota al pie de la primera página se agregará el nombre y la localidad de la Institución en la cual trabaja, así como una breve reseña de sus cargos y de las funciones que desempeña.
3. Pese a que no se establece un límite de extensión, en lo posible los trabajos no deberán exceder las veinte páginas impresas. El artículo completo, incluyendo notas y bibliografía, deberá ser presentado escrito a máquina, con doble espacio.
4. Las citas bibliográficas deberán ser exhaustivas, especificando autor, año, título, nombre de la publicación y número del volumen. A continuación se da un ejemplo del orden en que irán estos datos:

DARK, S. O. S., 1932. Chromosomes of *Taxus*, *Sequoia*,  
*Criptomeria* and *Thuja*. *Ann. Bot.* (London), 46.
5. Los dibujos deberán ser presentados en tinta china sin diluir, para permitir su reproducción. Las fotograffas, en papel brillante, con mucho contraste. En ambos casos deberá agregarse una escala en mm. o micrones, o especificar la relación con respecto al original.
6. Todos los artículos deberán ir precedidos de un breve y a la vez completo resumen en inglés. Los nombres latinos de género y especie, se subrayarán en toda la extensión del texto.
7. Las pruebas de galera se enviarán para su corrección a los autores, si éstos lo solicitaren. Es sumamente importante que la corrección se haga en el menor plazo posible. La Revista entregará treinta separados de los artículos a cada colaborador, corriendo los adicionales por cuenta del autor, quien debe solicitarlos en el momento del envío del artículo.

# HOLMBERGIA

*revista  
del centro  
de estudiantes  
de ciencias naturales*

PERU 222 - BUENOS AIRES - Argentina